



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA

MARIANA LOPEZ

**VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE
DESEMPENHO COGNITIVO: DIFERENÇAS ENTRE
ADULTOS E IDOSOS**

FLORIANÓPOLIS
2010

MARIANA LOPEZ

**VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE
DESEMPENHO COGNITIVO: DIFERENÇAS ENTRE
ADULTOS E IDOSOS**

Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Psicologia.
Orientador: Prof. Dr. Emílio Takase.

FLORIANÓPOLIS
2010

Mariana Lopez

**Variabilidade da frequência cardíaca durante desempenho
cognitivo: diferenças entre adultos e idosos**

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção de Mestre em Psicologia pelo Programa de Pós Graduação em Psicologia, Mestrado, Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 31 de agosto de 2010

Dra Kátia Maheire
(Coordenadora – PPGP/UFSC)

Dr Emílio Takase
(PPGP/UFSC – Orientador)

Dra Giovana Zarpellon Mazo
(UDESC – Examinadora)

Dr Tales de Carvalho
(UDESC – Examinadora)

Dr Eduardo José Legal
(UNIVALI - Suplente)

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa é fruto de uma equipe e de um grande Professor que possibilitou conhecimento e tecnologias capazes de aprimorar métodos de trabalho e de possibilitar novas visões de intervenção para contribuir na saúde humana. A este Professor, Dr e orientador, Emílio Takase, agradeço a oportunidade em dispor todas as ferramentas do Laboratório que coordena, e sou sempre grata por estimular a criatividade e muita leitura. Extendo minha gratidão aos ilustres professores da banca:

- Profa. Dra, Giovana Mazzo (UDESC/Florianópolis), que durante toda fase do projeto e coleta de dados me auxiliou na busca de participantes e sugestões no estudo.

- Prof. Dr Tales de Carvalho (UDESC/Florianópolis), grata pela confiança e por se disponibilizar a participar da banca de defesa deste trabalho.

- Prof. Dr Eduardo Legal (UNIVALI/Itajaí), que fez parte de minha formação como Psicóloga e que hoje posso compartilhar este trabalho.

Grata também ao fornecedor Proximus, por possibilitar equipamentos da Polar que favoreceram a coleta de dados. E de forma alguma poderia deixar de mencionar minha gratidão aos participantes da coleta de dados, aqueles que fizeram este trabalho apresentar o item dos Resultados, Discussão e Conclusão, foram todos especiais! Grata também a todos da equipe do laboratório e do Programa de Pós Graduação em Psicologia (UFSC):

- Aos meus colegas da Pós-graduação Talita Lopes Marques, Juliana Vieira, Pedro Sbissa, Carina Bossardi, July S. e Tais E. Zavareze, sempre compartilhando leituras e também risadas! A minha amiga e orientadora em estatística Caroline Luft, que com esta aprendi a gostar mais de números; me empolgou e me divertiu com tantas tabelas do SPSS! Grata ao meu revisor e amigo, Leonardo de Aquino!

- A todos que participam e colaboram no laboratório: graduandos, bolsistas e voluntárias que participaram desta pesquisa – a estas profissionais que se dedicaram a trabalhar e estudar sobre Variabilidade da frequência cardíaca: Bruna Suelen Medeiros, Analia Luciana de Aguiar, Gerlaine Beuting, Ana Carolina Savall. Grandes parceiras e amigas. Obrigado!

- Grata pelo apoio e carinho as secretárias do PPGP e colegas de trabalho, Helena e Léia; e a coordenadora Kátia Maheire.

Por trás desta oportunidade de estudar, de desenvolver este trabalho e de participar desta equipe anteriormente citada, esta minha família, meu companheiro e minha sempre amiga:

Sou muito grata a todos meus familiares, especialmente aos meus amados pais Heriberto H. Lopez e Dulcemar B.F. Lopez e minha irmã Karina Lopez - que com carinho infinito, paciência e apoio são sempre presentes; estimulando determinação, equilíbrio. Ao meu amor, Luciano B. Teixeira um carinhoso companheiro que me transmite força, confiança! Minha amiga, Carolina de Aquino compartilhando todos os momentos de minha vida. São a estas pessoas que dedico este trabalho!

Contudo, não são nestas linhas que coloco um ponto final na admiração e gratidão a todos. Não é neste momento que finalizo uma etapa da minha vida, mas sim que dou continuidade a um caminho, em que encontrei pessoas ilustres e que ficarão presentes de alguma forma em diversos momentos da minha vida. Por isso,

GRATA.....

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	04
LISTA DE FIGURAS.....	09
LISTA DE QUADROS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	11
LISTA DE GRÁFICOS.....	12
LISTA DE SIGLAS.....	13
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVOS.....	21
2.1 Objetivo geral.....	21
2.2 Objetivos específicos.....	21
3 MARCO TEÓRICO.....	22
3.1 Desenvolvimento Histórico e Epistemológico da Neuropsicologia Cognitiva.....	23
3.1.1 Estudos e metodologias adotadas em Neuropsicologia Cognitiva.....	32
4 REVISÃO DA LITERATURA.....	34
4.1 Conceitos Gerais.....	34
4.2 Envelhecimento.....	41
4.2.1 Envelhecimento cerebral.....	44
4.2.2 Cognição e envelhecimento cerebral.....	47
4.3 Modelo Neurovisceral.....	50

4.3.1	Regulação autonômica: Variabilidade da Frequência cardíaca e envelhecimento.....	51
4.3.2	Regulação autonômica: Variabilidade da Frequência Cardíaca e Cognição.....	52
5	MÉTODO.....	57
5.1	Caracterização da Pesquisa.....	57
5.2	Participantes.....	59
5.3	Instrumentos.....	62
5.3.1	Escala de Sonolência de Epworth (ESS).....	62
5.3.2	Escala de Humor de Brunel (Brums).....	63
5.3.3	Questionário de Classificação Sócio Econômico – Brasil 2008.....	64
5.3.4	Mini-Exame do Estado Mental (MEEM).....	64
5.3.5	Inventário de Dominância Manual (Handedness Inventory).....	65
5.3.6	Instrumento Computadorizado de Avaliação Cognitiva: Cogstate.....	65
5.3.7	Cardiofrequencímetro Polar® modelo S810i.....	67
5.3.8	Ficha de Dados.....	68
5.4	Procedimento para a coleta de dados.....	69
5.5	Procedimento para a análise de dados.....	72
5.5.1	Análise estatística.....	73
5.6	Aspectos Éticos.....	75
6	RESULTADOS.....	77

7	DISCUSSÃO.....	96
8	CONCLUSÃO.....	106
8.1	Limitações.....	107
9	REFERÊNCIAS.....	109
	ANEXOS.....	127
	Anexo 01: Escala de Sonolência de Epworth.....	128
	Anexo 02: Escala Humor de Brunel (Brums).....	129
	Anexo 03: Questionário de Classificação Sócio Econômico – Brasil 2008.....	131
	Anexo 04: Mini Exame do Estado Mental.....	133
	Anexo 05: Inventário de Dominância Manual (Handedness Inventory).....	135
	APÊNDICES.....	136
	Apêndice 01: Ficha de Dados.....	137
	Apêndice 02: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	143
	Apêndice 03: Relatório de retorno aos participantes.....	145
	Apêndice 04: Tabelas dos indicadores de VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca durante desempenho cognitivo.....	152

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Sistema Nervoso Autônomo.....	37
Figura 02	Polar® S810i.....	66
Figura 03	Situação para o registro dos dados.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Critérios de escolha de participantes	60
-----------	---------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características Sócio-Demográficas dos participantes.	76
Tabela 2	Características Sócio-Demográficas e controle de variáveis dos participantes.	77
Tabela 3	Variáveis de controle dos participantes.	79
Tabela 4	Variáveis de controle dos participantes: hábitos cognitivos atuais.	80
Tabela 5	Variáveis de controle dos participantes: modalidade, frequência e tempo inserido no programa de atividade física.	81
Tabela 6	Variáveis de controle dos participantes: medicamentos e doenças atuais.	82
Tabela 7	Variáveis de controle dos participantes: Estado de Humor antecedente a coleta (BRUMS)	83
Tabela 8	Desempenho cognitivo nos grupos etários	84
Tabela 9	SDNN durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.	88
Tabela 10	pNN50 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.	89
Tabela 11	SD1 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.	90
Tabela 12	D2 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.	91

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Médias e intervalos de confiança do tempo de reação (log) na memória de trabalho.	86
-----------	---	----

LISTA DE SIGLAS

SNA – Sistema nervoso autônomo.

SNC – Sistema nervoso central.

VFC – Variabilidade da Frequência Cardíaca.

HRV - Heart rate variability.

FC – Frequência Cardíaca.

R-R – Intervalo de tempo – expresso geralmente em milissegundos entre as ondas R da atividade elétrica do coração. A assinatura energética R do complexo QRS (presente para cada batimento) refere-se em um pico de energia superior aos demais. Por isso, pode ser utilizado como referencial para a mensuração do intervalo de tempo entre os batimentos cardíacos.

ms - Milissegundos.

VLF – Very low Frequency (frequência muito baixa). Faixa de frequência da VFC pela análise espectral.

LF – Low Frequency. Frequência baixa da VFC pela análise espectral; indica atividade do sistema nervoso simpático.

HF – High Frequency. Frequência alta da VFC pela análise espectral; indica atividade do sistema nervoso parassimpático.

LF/HF – Relação entre os componentes LF e HF; representa o predomínio da atividade simpática.

bmp – Batimentos por minuto.

rMSSD – Índice de medida da VFC que representa a raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado, entre R-R adjacentes. Simboliza a atividade parassimpática do SNA.

SDNN - Desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo, expresso em ms; indica atividade parassimpática.

SDANN - Representa o desvio padrão das médias dos intervalos RR normais, a cada 5 minutos, em um intervalo de tempo, expresso em ms;

pNN50 - Porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms; representa atividade parassimpática.

SD1- Representa um resultado da análise de Poincaré, sugerindo a ação do nervo vago (sistema nervoso parassimpático).

SD2 – Representa um resultado da análise de Poincaré, da atividade do sistema nervoso simpático.

D2 – Indicador da análise não-linear com cálculo matemático baseado na Teoria do Caos; representa a dinâmica de interação do organismo ao ambiente; adaptação do organismo.

FMRI - Ressonância magnética funcional

CCA – Córtex cingulado anterior

CCAd – Córtex cingulado anterior dorsal

CCAv – Córtex cingulado anterior ventral

TRS – Tempo de reação simples.

TRE – Tempo de reação de escolha.

MT – Memória de trabalho.

MCP – Memória de curto prazo.

AS – Atenção sustentada.

TRSfinal – Tempo de reação simples final.

SPSS - Statistical Package for Social Sciences.

LANESPE/LEC – Laboratório de Neurociência do Esporte e Exercício e Educação Cerebral. Coordenado pelo professor Dr. Emílio Takase.

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

RESUMO

Este estudo objetivou investigar a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante a realização de tarefas cognitivas em adultos e idosos. Foi utilizado um delineamento transversal com 45 participantes subdivididos em três grupos: 15 adultos 31-45 anos; 15 adultos 46-60 anos; 15 idosos 61-76 anos. Foram incluídos participantes sem uso de medicamentos cardiovasculares, psiquiátricos e anti-hipertensivos; ausentes de doenças neurológicas e psiquiátricas; sem uso de fumo; e inseridos em programa de atividade física. Para o registro da VFC foi utilizado um cardiófrequêncímetro para coleta de dados durante a linha de base e nas seis tarefas cognitivas do Cogstate. Com o Kubios HRV Analyses foram investigados indicadores da análise linear e não linear. Os dados foram organizados e tabulados com o SPSS versão 17.0 e todas as análises utilizaram um intervalo de confiança de 95% com alfa 0.05. Os resultados indicaram diminuição de tempo de resposta em memória de trabalho no grupo de idosos, considerando a co-variável os anos de estudo. Observou-se ainda diminuição gradativa conforme o aumento da idade nos indicadores da análise linear (SDNN e pNN50) e de Poincaré (SD1). Ocorreu diminuição destes mesmos indicadores durante tarefas executivas em idosos, sugerindo declínio parassimpático e associando-se ao modelo neurovisceral. Na análise não linear ocorreu diminuição do D2 conforme o aumento da idade, contudo, ao comparar o D2 da linha de base e entre a tarefa de memória de trabalho foi observada diminuição deste indicador apenas no grupo de 46-60 anos, e o aumento no grupo de idosos, sendo o inverso do esperado. Pode-se inferir que os idosos buscaram compensar a diminuição de desempenho em memória de trabalho com aumento do D2. Outras correlações entre VFC e desempenho cognitivo foram realizadas. Sugere-se relevante o desenvolvimento de estudos com a análise linear e não linear na investigação da relação com cognição no envelhecimento.

Palavras-chave: Variabilidade da frequência cardíaca; idosos; adultos; cognição.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the heart rate variability (HRV) during performance on cognitive tasks in adults and elderly. We used a cross-sectional design with 45 participants subdivided into three groups: 15 adults 31-45 years, 15 adults 46-60 years, 15 aged 61-76 years. We included participants with no use of cardiovascular medications, psychiatric and anti-hypertensive; absent from neurological and psychiatric disorders, no use of tobacco, and in physical activity program. For the HRV was used to a cardio-frequency data collection during the baseline and the six cognitive tasks of Cogstate. With Kubios HRV Analyses were investigated indicators of linear and nonlinear. Data were organized and tabulated with SPSS version 17.0 and all the analysis used a range of 95% with alpha 0.05. The results indicated decreases in response time in working memory in the elderly group, considering the covariate years of study. We also observed a gradual decrease with increasing age in the indicators of linear analysis (SDNN and pNN50) and Poincare (SD1). There was a decrease of the same indicators during executive tasks in the elderly, suggesting declining parasympathetic activity and joins the neurovisceral model. In nonlinear analysis diminished the D2 with increasing age, however, when comparing the baseline of D2 with the working memory task is observed decline in this indicator in the group of 46-60 years, and increase in group of elderly, the opposite of expectations. It can be inferred that the elderly have sought to compensate the decrease in working memory performance with increased of D2. Other correlations between HRV and cognitive performance were made. It is suggested the development of relevant studies with linear and nonlinear analysis in the investigation of the relationship with cognition in aging.

Keywords: Heart rate variability; elderly; adults; cognition.

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo natural de maturação cerebral que inicia-se de forma gradual, com possíveis modificações neuropsicológicas entre os 27 e 30 anos de idade, intensificando esse declínio cognitivo após os 60 ou 70 anos (Cardoso, et al, 2007; Park, Gutches, 2002; Salthouse, 2009). Este processo abrange aspectos fisiológicos, cognitivos, emocionais, funcionais e sociais, influenciados por características individuais do organismo (Ba'Chman et al, 2006). Na realidade brasileira, a população de pessoas de 60 anos ou mais cresceu 47,8% na última década, representando 10,5% da população total. Este resultado do IBGE sugere relação com a menor taxa de mortalidade em função dos avanços da medicina e dos meios de comunicação. Decorrente a este aumento da média de vida da população brasileira, após os 60 anos de idade tem-se com mais frequência o aparecimento de queixas relacionadas a diminuição de desempenho cognitivo (Caramelli, Barbosa, 2002; Charchat-Fichman, 2003).

As manifestações cognitivas consideradas normais decorrentes desta fase de desenvolvimento referem-se ao declínio em memória episódica, processual e funções executivas, com diminuição de atividade, observada por meio de ressonância magnética funcional (fMRI), em regiões como o córtex cingulado anterior, córtex pré frontal medial e tálamo dorsomedial. A significativa alteração em substância branca, níveis de acetilcolina, dopamina, serotonina, ácido gama-aminobutírico (GABA), receptores colinérgicos e endorfinas, correlacionam-se às mudanças cognitivas e estruturais. Atrelado ao sistema colinérgico, especificamente ao principal neurotransmissor parassimpático (acetilcolina) e a neurotransmissão simpática pré-ganglionar, podem ocorrer disfunções em ramos simpático e parassimpático. A disfunção autonômica é observada por meio do aumento de ativação simpática, associado com resposta do organismo a “luta e fuga” e diminuição parassimpática, relacionado ao descanso, atividade digestiva e nervo vago (Lent, 2005; Aversi-Ferreira, Rodrigues, Paiva, 2008; Cardoso, et al, 2007; Pardo, et al 2007).

Neste sentido, o sistema nervoso central e autônomo relacionam-se com estruturas que durante o envelhecimento cerebral diminuem a atividade, como: formação límbica, córtex cingulado anterior, tronco cerebral, córtex pré frontal e hipotálamo. Isso resulta em declínio de flexibilidade cognitiva, auto-regulação e funcionamento executivo, que implica nos processos emocionais, afetivos e controle

inibitório, envolvendo atenção e memória de trabalho (Thayer, et al, 2009) (Pardo, et al, 2007; Grön, et al 2003; Reuter-Lorenz, Lustig, 2005; Rajawat, Hilioti, Bossis, 2009).

Em contribuição o modelo neurovisceral propõe que todos estes processos de regulação: cognitivo, emocional e fisiológico são gerenciados pelo SNA e SNC e correspondem a adaptação do organismo ao ambiente. A principal estrutura do córtex pré frontal que inter relaciona estes sistemas é o córtex cingulado anterior dorsal (cognitivo) e ventral (emocional). Como exemplo, durante o teste de Stroop o córtex cingulado anterior é ativado para a realização de tarefas que envolvem controle inibitório, do funcionamento executivo, enquanto que a regulação autonômica auxilia na adaptação do organismo ao ambiente na execução de atividades relacionadas a flexibilidade cognitiva (Matthews, et al, 2004; Thayer, et al 2009). Além disso, existem conexões diretas e indiretas no coração ao Sistema Nervoso Autônomo e áreas do córtex, que formam uma importante relação entre a regulação do ramos simpático e parassimpático, com respostas cardiovasculares e cognitivas (Thayer & Lane, 2009; Luft, Takase & Darby, 2009).

Indicadores como a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) tornam-se pertinentes, considerando como um método não invasivo e com acesso a fenômenos autonômicos por meio da interação entre a atividade simpática e parassimpática, causando modificações nos intervalos dos batimentos e nos componentes da frequência do coração. Sugere-se que baixa VFC relaciona-se com incidência de doença coronária, doenças vasculares, risco de declínio cognitivo e demência, alto nível de colesterol, alteração em pressão sangüínea e no cortisol; enquanto que elevada VFC esta associada a saúde, flexibilidade cognitiva e desempenho favorável em funções executivas (Duschek, et al 2009; Teixeira, 2008; Britton, et al, 2008).

A inibição do sistema nervoso simpático e a ativação do sistema nervoso parassimpático esta associado com o aumento da VFC durante tarefas cognitivas executivas, e a uma das principais funções do córtex pré-frontal: a inibição da hiper ativação do sistema nervoso simpático. A relação entre o bom desempenho em tarefas executivas e o aumento da VFC durante a realização dessas tarefas é discutida por pesquisas como de Luft, Takase, Darby (2009), Thayer, Lane (2009), Britton, et al (2008), Hansen, Johnsen e Thayer (2003) e Teixeira (2008), verificando consenso ao referir a que a ação do nervo vagal relaciona-se com córtex pré frontal (Luft, Takase & Darby, 2009).

Segundo Ahern et al. (2001), Thayer, Lane (2009) e Fuster (2000) disfunções no córtex pré frontal relacionam-se com diminuição de VFC. Isso indica que o córtex pré frontal preservado é associado com a modulação autonômica, aumento de VFC, e desempenho em tarefas de funções executivas. Neste sentido, Hansen, Johnsen e Thayer, (2003) sugerem que o aumento da VFC pode premeditar o eficiente tempo de reação, tomada de decisão e acurácia nas tarefas executivas. Do mesmo modo, Teixeira (2008) mostra em seu estudo que o aumento da VFC correlaciona-se com a tomada de decisão positiva durante uma partida de xadrez.

No estudo realizado por Koskinen et al (2009) foi investigada a VFC em relação a idade e sexo, sugerindo que estas características podem ser fatores que modificam a VFC. Para isso, foram selecionados 1.780 adultos jovens de 24 a 39 anos de idade, separados por sexo para o registro do domínio de tempo e domínio de frequência da VFC. O aumento da idade cronológica mostrou diminuição de atividade do nervo vago, com gradativa diminuição da VFC. As mulheres apresentaram maior HF (high frequency), que indica maior ativação parassimpática, enquanto que homens mostraram maior LF, que significa a ação do nervo simpático (Koskinen, et al 2009). Em contrapartida, o estudo de Liao et al (1995) investigou as possíveis diferenças na VFC em estado de repouso entre homens e mulheres de 45 a 64 anos, e não observou diferenças entre sexo, apenas entre idade, sugerindo diminuição da VFC com o gradativo aumento da idade. A hipótese de Koskinen et al (2009) que existem diferenças na VFC entre sexo não foi observada por Liao et al (1995), o que merece investigação para estas discórdâncias.

No envelhecimento, o modelo neurovisceral (Thayer & Lane, 2009) pode atrelar-se com a possível diminuição de modulação do Sistema Nervoso Autônomo na realização de tarefas cognitivas e na adaptação entre tarefas, relacionado principalmente a disfunção em controle inibitório, atenção seletiva e memória de trabalho (Luft, Takase & Darby, 2009; Taylor, et al, 2004; Hamdan & Bueno, 2005; Cowen, 2009; Thayer & Lane, 2009). Entretanto, pesquisas que mensuram a VFC durante desempenho cognitivo no envelhecimento não foram encontradas, utilizando como palavras de busca – HRV and aging; HRV and cognition - HRV during cognition - na base de dados Science Direct na data 10/10/2009. O que se pode inferir é que, decorrente do declínio de ativação do córtex pré frontal, principalmente em córtex cingulado anterior, durante o processo de envelhecimento, o SNA e controle

inibitório apresentam-se alterados. Isso reflete em diminuição de VFC, alteração em nervo vagal e desempenho executivo, com prováveis mudanças na flexibilidade cognitiva (Thayer, et al 2009).

Neste pressuposto, a relevância científica e social do estudo relaciona-se a pouca (ou inexistente) pesquisa direcionada a este tema em específico. Além disso, a identificação do desenvolvimento e manifestação das características cognitivas durante o processo de envelhecimento cerebral são relevantes, considerando a possibilidade de gerenciamento do declínio neuropsicológico por meio de técnicas que englobem aspectos fisiológicos, cognitivos e individuais. Esta proposta pode futuramente proporcionar a identificação de diagnósticos diferenciais, programas de reabilitação e educação cerebral ao adulto e idoso, minimizando riscos a saúde e, portanto, gastos de saúde pública. O processo do envelhecimento tornou-se então, tema de investigação, com interface nas características cognitivas e autonômicas em adultos e idosos considerando a proposta do modelo neurovisceral, na inter-relação entre SNC e SNA, para a modulação de respostas adaptativas ao ambiente, em âmbitos emocionais e cognitivos.

Pergunta de pesquisa:

Quais as diferenças na variabilidade da frequência cardíaca durante a realização de tarefas cognitivas em adultos e idosos de ambos os sexos?

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Investigar a variabilidade da frequência cardíaca durante a realização de diferentes tarefas cognitivas em adultos e idosos de ambos os sexos.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e o desempenho cognitivo de adultos e idosos de ambos os sexos em repouso e durante seis tarefas de uma bateria de avaliação cognitiva computadorizada;

- Comparar o desempenho cognitivo de adultos e idosos de ambos os sexos.

- Comparar a VFC de adultos e idosos de ambos os sexos durante a linha de base e durante as tarefas cognitivas.

- Comparar as alterações na VFC entre as seis tarefas cognitivas em adultos e idosos de ambos os sexos;

- Correlacionar a VFC em repouso e durante as tarefas com o desempenho cognitivo dos participantes.

3. MARCO TEÓRICO

A Neuropsicologia Cognitiva é considerada a área que investiga as funções e disfunções cerebrais e sua influência sobre aspectos psicofisiológicos, sócio-culturais, intelecto, emoção, cognição, comportamento e qualidade de vida do paciente, com o planejamento de estratégias compensatórias para reabilitação. Fundamenta-se em conhecimentos da plasticidade neuronal, fisiologia e neurologia, considerando estas áreas como pertinentes à compreensão dos fenômenos neuropsicológicos. (Lezak, et al, 2004; Mäder, 2001; Alchieri, 2003; Burin & Drake, 2007).

São também atrelados estudos sobre a diferença cognitiva decorrente de diferentes culturas e estímulos ambientais relevando que a maneira utilizada pelo indivíduo para resolver problemas pode ser influído pela cultura, fatores ecológicos, educação e grupos sociais. Tais influências podem contribuir na modelagem do substrato anatômico por meio da citoarquitetura cerebral, que auxilia na constituição de estratégias de memória ao uso das funções verbais, habilidades visuo-espaciais e visuo-construtivas, no significado subjetivo às experiências emocionais (Andrade & Bueno, 2007).

O conceito de Neuropsicologia Cognitiva citado acima, bem como seu objetivo de estudo, foi influenciado por um conjunto de acontecimentos durante a história, com estudos provenientes das relações entre Psicologia, Fisiologia e Neurologia, envolvendo desde os tempos pré-históricos com dados arqueológicos de trepanação (realização de orifícios no crânio de humanos sugerindo evidências de curar e não de matar), a idade antiga (a.C-476 d.C), idade média (476-1453), idade moderna (1453-1789) e contemporânea (1789-atualmente) (Bear, Connors e Paradiso, 2002).

A história mostra-se como um recurso capaz de possibilitar o estudo do movimento das idéias, o surgimento de uma determinada proposição, seu impacto imediato ou tardio, seu declínio, seu retorno em outro tempo sob condições diferentes, ou a rejeição definitiva pela falta de evidências (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

3.1 Desenvolvimento Histórico e Epistemológico da Neuropsicologia Cognitiva

Inicialmente, os fatores históricos marcantes para o desenvolvimento epistemológico da Neuropsicologia cognitiva abrangeram discussões da natureza da relação mente-corpo ou alma-corpo em uma visão ontológica que indicava uma atitude frente à cultura, à psicologia e à educação (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001). Investigações entre cérebro e comportamento são investigadas desde os tempos do uso do papiro de Edwin Smith, bem como no Egito antigo, há 3.000 anos, com crenças de que o coração era a sede do espírito e das memórias. Entretanto, apenas com Empédocles, em 430 a.C, surgiu a relação entre cérebro e funcionamento cognitivo (Alchieri, 2003; Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Sobre estes fatos históricos pode-se citar especificamente que, no Século IV a.C., período que envolveu a Idade Antiga (a.C. a 476 d.C.), foram identificados dois tipos de vasos no corpo humano: (1) as veias e (2) as artérias. Neste momento histórico foram descobertos canais de passagens que unem os diferentes órgãos ao cérebro: os nervos; e chamou-se atenção para as relações entre pensamentos, emoções e cérebro. Até então, pensamento e emoção estavam associados ao coração. Posteriormente, na medicina, Hipócrates (460-355 A.C.) e Cróton (século V a.C.), da Grécia Antiga, consideraram o cérebro a parte mais importante do corpo e a sede da inteligência. Os mesmos investigaram ferimentos de crânios, promovendo a idéia da lateralidade cerebral (Bear, Connors & Paradiso, 2002; Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Grande acontecimento ocorreu, ainda, por Demócrito (470-360 A.C.) que caracterizou o pensamento no cérebro, a ira no coração e do desejo no fígado. Platão (428-347 A. C.) afirmava que o cérebro e a medula espinhal constituíram a força vital sobre a qual atuava a alma. A parte racional da alma atuava sobre o cérebro e a irracional sobre a medula espinhal (Kolb e Whishaw, 2002; Kristensen, Almeida & Gomes, 2001). Paralelamente, Aristóteles (384-322 a.C.) defendia a hipótese de que o coração é a sede das sensações, das paixões e da inteligência enquanto que o encéfalo era comparado a um radiador para resfriar o sangue (Bear, Connors & Paradiso, 2002; Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

A última marcante contribuição da Idade Antiga mostra-se com Galeno (129-200 A.C.), cujas teorias sobre o corpo humano, com seus

acertos e erros, dominaram a medicina por quatorze séculos, reforçando a visão de Hipócrates e deduzindo a função da estrutura do cérebro e do cerebelo com inferências de que este primeiro seria o destinatário das sensações e o segundo o comando dos músculos. Para Galeno, os nervos originavam-se no cérebro e na medula, como condutos que transportariam os fluidos secretados por estes órgãos para a periferia do corpo. Contrapõe-se à idéia de Aristóteles, que centrava o coração como origem dos nervos (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Na Idade Média (476-1453), o desenvolvimento da tradição ético religiosa inibiu os estudos de anatomia e simultaneamente as invasões dos bárbaros enfraqueceram o Império Romano e destruíram a biblioteca da Alexandria onde estavam depositados os estudos gregos sobre medicina, causando retraimento de publicações sobre fisiologia e cérebro. Neste momento histórico da Europa, foram os árabes que preservaram o material recuperado da Biblioteca da Alexandria. Freire (1998) atribui as causas desse atraso de desenvolvimento filosófico e científico ao fato de todo o conhecimento na Idade Média mostrar-se tutelado pela Igreja que naquele momento deveria estar de acordo com a revelação divina contida na sagrada escritura. Do mesmo modo, observou-se contribuição de Nemésio, no século IV, que defendeu a hipótese de que cada um dos ventrículos cerebrais era responsável por um tipo de função (León-Carrión, 1994).

Um grande marco após este período são com as contribuições de René Descartes, matemático, fisiologista e filósofo francês (1596-1650). Foi considerado o primeiro filósofo moderno no Renascimento, e foi também um anatomista. Definiu a alma como substância consciente ou pensamento, diferenciando-se do corpo por possuir uma natureza indivisível. Embora este filósofo considerasse a mente distinta do corpo, mencionava que ambos interagiam através da glândula pineal, restabelecendo a ontologia dualista de que alma e corpo eram construídos por diferentes substâncias (Damásio, 1996; Kristensen, Almeida & Gomes, 2001; Kolb & Whishaw, 2002). No mesmo período, Thomas Willis (1621-1675) postula a idéia de que ocorre a transferência das funções mentais dos ventrículos para o córtex cerebral, rompendo a tradição de Galeno (que focalizou os ventrículos) e direcionando estudos à substância e funções do cérebro (Bear, Connors & Paradiso, 2002).

No século XVIII, os estudos foram direcionados para a explicação da relação mente-cérebro, prosseguindo com os trabalhos de David Hartley (1705-1757) e Albrecht von Haller (1707-1777). Hartley recorreu à teoria das vibrações no Princípio de Newton, publicado em

1678, para explicar a sensação como um processo físico. Assim, as alterações dos nervos, produzidas pela ação de um objeto sobre o organismo constituindo impressões, eram para ele decorrentes de vibrações. Haller interessou-se pelas localizações cerebrais, com investigações sobre os nervos, estabelecendo que a matéria branca do cérebro e cerebelo era a base real das sensações e do movimento. As circunvoluções do cérebro eram para aumentar o espaço disponível para a memória (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Whytt (1714-1766) auxiliou na aproximação metodológica nas relações mente-corpo, com estudos que utilizavam técnicas de lesão cirúrgica e estímulo da medula e dos nervos espinais, bem como do comportamento involuntário ou reflexos. É pertinente mencionar que, a partir de 1800, com Bichat, a explicação dos processos mentais, de forma mais biológica que filosófica, ganhou força com a sistematização da histologia e a neurologia dos eflúvios nervosos e para uma neurologia dos impulsos. Com isso, a Psicologia iniciou o processo de desvinculação religioso-social (León-Carrión, 1994).

Nesta ocasião, o modelo de ciência que se apresentava era o do Positivismo, considerando científico o que fundamentasse princípios de objetividade, neutralidade, concreticidade, possibilidade de observação, experimentação e de se fazer generalizações. Tornava-se interessante uma psicologia científica que pretendia eleger objeto de estudo e utilizar uma metodologia que estivesse em concordância com o modelo vigente. Neste sentido, e talvez com este propósito, surge o Behaviorismo que, como referem Eysenck e Keane (1994), vem enquadrar a psicologia àquele ponto de vista de ciência.

Desta maneira, estudos que envolvessem a relação mente, comportamento e cérebro demonstravam-se como pertinentes para o momento histórico. Nesta relação, no final do século XVIII acumulou-se razoável conhecimento sobre afasia, entretanto com escasso interesse pela investigação das bases neurobiológicas desta disfunção. Uma das mais importantes contribuições foi de Franz Joseph Gall (1758-1828), médico e neuroanatomista, e de Johann Gaspar Spurzheim (1776-1822), considerados os pioneiros da cartografia e neuroimagem atual. Os mesmos realizaram estudos envolvendo a anatomia do cérebro, com a idéia de um cérebro dual, em que um dos hemisférios poderia demonstrar-se como independente, funcionando como órgãos separados. Consideravam que existiam muitas classes de inteligência, e que esta não era controlada por uma única região do cerebral, assim como também relacionaram afasia e cérebro em primeiro plano,

caracterizando um importante precursor da Neuropsicologia Cognitiva (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Atualmente, Gall é um nome popular na história da Neuropsicologia devido à doutrina da frenologia, que associava traços de Carter com saliências ou reentrâncias de pontos determinados do crânio, correlacionando a personalidade dos sujeitos com o formato do seu crânio. Pode-se relacionar que o principal oponente de Gall foi Marie-Jean-Pierre Flourens (1794-1867), que teria encontrado evidências apenas para a localização das funções motoras no cérebro e das funções vitais na medula, não havendo evidências para as localizações descritas pela frenologia. Estas conclusões dariam início ao debate entre localizacionistas e anti-localizacionistas, com o início de um dualismo na literatura neurológica da época. Nesta perspectiva, os localizacionistas buscavam relacionar determinadas funções a regiões cerebrais específicas em oposição aos anti-localizacionistas (ou holistas) que defendiam a idéia de um cérebro homogêneo, que atua como um todo (Kandel, Schwartz & Jessel, 2003; Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Segundo Bear, Connors e Paradiso (2002), as descobertas da eletricidade do século XIX contribuíram para o avanço no conhecimento das funções do sistema nervoso. Neste momento, cita-se o médico escocês Charles Bell (1774-1842) e o fisiologista francês François Magendie. Grande parte do século XIX foi dominada pelo esforço de explicar o intelecto através da fisiologia dos sentidos. De acordo com Kristensen, Almeida, Gomes (2001) são importantes nomes: Bell, que diferencia nervo sensorio e motores; Muller, que apresenta sua teoria das energias específicas dos nervos; Helmholtz, que surpreende a comunidade científica com seus estudos avançados em ótica e audição; Wiber, que estuda a sensibilidade da pele; e Fechner, que desenvolve a fórmula matemática para medir o limiar sensorial. O esforço culmina com a inauguração da Psicologia Experimental, por W. Wundt, com seu método de introspecção.

A história se desenrola com um dos mais fervorosos defensores das idéias de Gall, J. B. Bouillaud, que procurou demonstrar como diferentes tipos de afasias estavam relacionados a distintas áreas no cérebro. No ano de 1861, Pierre Paul Broca (1824-1880), neurologista francês influenciado e aluno de Bouillaud, definiu a afemia, conhecida posteriormente como “afasia de Broca” ou “afasia motora”, decorrente do estudo de um paciente, chamado Leborgne, que entendia a linguagem, mas não conseguia falar. Além disso, mostrou a relação

entre lobo frontal esquerdo e linguagem em 1865, com a idéia de dominância manual (Nitrini, 1996). Em 1856, Broca associou o hemisfério esquerdo com a produção da fala e com a idéia de dominância manual. Em 1874, no mesmo ano que Wundt publicava *Princípios da Psicologia Fisiológica*, o neurologista alemão C. Wernicke (1848-1905) descrevia a relação causal entre a lesão no primeiro giro temporal esquerdo e uma das formas clínicas da afasia, a afasia sensorial, também chamada “afasia de Wernicke” (Nitrini, 1996; Kristensen, Almeida & Gomes, 2001). Em paralelo ao trabalho de Broca e Wernicke, também foram descobertas áreas cerebrais responsáveis por funções não lingüísticas, como Nitrini (1996) e Kristensen, Almeida, Gomes (2001) citam uma importante descoberta do neurologista italiano Panizza, em 1855: cegueira permanente desenvolvida em indivíduos com uma lesão na região occipital. Em 1881, Munk observou em cachorros que a destruição de áreas occipitais dos hemisférios cerebrais produziam um fenômeno característico: o animal mantinha a habilidade pra ver e evitar objetos, mas não conseguia reconhecê-los.

Diante dos trabalhos voltados para a inteligência, em 1880 Cattell formulou o termo *Test Mental*, e nos anos seguintes, em 1905, Binet formulou a *Escala de Avaliação da Inteligência*, e Gessell, em 1919, a *Escala de Avaliação do Desenvolvimento Infantil* (León-Carrión, 1994). Também no século XIX, o caso de Phineas Gage, um paciente com alterações comportamentais decorrentes de lesão frontal, foi descrito por J. M. Harow (Damásio, 1996). Sem maior atenção da comunidade científica na época, este caso foi posteriormente retomado. Neste período, importantes contribuições foram realizadas na Rússia, com pesquisas sobre afasia provenientes da Neurologia e Psicologia Russa, destacando a descrição dos sintomas e também a explicação dos mecanismos psicofisiológicos subjacentes aos transtornos da linguagem (Glozman, 1996). Representantes de um período posterior, ainda fortemente influenciado pela tradição fisiológica, foram Sechenov (1829-1905), Ivan P. Pavlov (1849-1936), Lev Vygotsky (1896-1934), que buscavam alternativas às posições localizacionistas e globalistas (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Vygotsky caracterizou as funções corticais superiores em três categorias centrais: (a) relacionamentos interfuncionais, plásticos e modificáveis; (b) sistemas funcionais dinâmicos como resultantes da integração de funções elementares; (c) e a reflexão da realidade sobre a mente humana. Orientado pelas questões de Vygotsky e seguindo a tradição Russa de pesquisa em neurologia, a obra do psicólogo A. R.

Luria (1902- 1977) mostra conotação singular para a Neuropsicologia. Segundo Cole (1992), Luria concebia uma ciência que mantinha, ao mesmo tempo, consonância com a fisiologia e a neurologia, sem depender integralmente destas. Outra grande contribuição de Luria refere-se às inovações metodológicas propostas no exame clínico. Propôs um modelo teórico que dirige o trabalho Neuropsicológico, com o principal enfoque na associação entre o hemisfério dominante (esquerdo) e as afasias.

Na década de 20, o embriologista americano Ross Harrison, se baseou nos postulados experimentais iniciados por Camilo Golgi e Ramón y Cajal para a investigação dos dendritos e axônios, observando o crescimento destes para fora do corpo celular (Kandel, Schwartz & Jessel, 2003). O caso chamado H. M foi outro marco relevante para o aprimoramento da ciência neuropsicológica, descrito por Willian Scoville (1906 -1984). H.M era portador de epilepsia grave desde a adolescência, com grande número e intensidade nas crises. Com isso, os neurologistas recomendaram uma cirurgia com a remoção dos focos epiléticos, localizados estes no setor medial do lobo temporal, bilateralmente. No ano de 1953, a cirurgia foi realizada, com posterior melhora do quadro epilético, mas com um grave distúrbio de memória, especificamente amnésia anterógrada total associada à amnésia retrógrada parcial (perda total de memória para fatos ocorridos após lesão do sistema nervoso e perda de memória imediatamente anterior à cirurgia). A inteligência, linguagem e compreensão mantiveram-se normais. Com este caso, muitos estudos se desenvolveram baseados no princípio de que as regiões mediais do lobo temporal participam no processo de consolidação de memória.

O termo Neuropsicologia teria surgido nesta época, representando a história contemporânea (1789-atualmente), no ano de 1913, em uma conferência proferida por W. Osler, nos Estados Unidos. Apareceu também em 1949, como um subtítulo na obra de D. Hebb chamada *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. No entanto, anterior a esta data, a Psicologia já almejava o status de ciência através da Psicologia Fisiológica. O termo Psicologia Fisiológica foi, na verdade, proposto por Wundt como título de seu livro *Princípios da Psicologia Fisiológica*, publicado em 1874 e reeditado na Alemanha até 1911. Durante muitos anos a Psicologia Fisiológica foi um termo genérico utilizado para se referir a pesquisas realizadas em laboratório e por isso mais associado ao método do que ao objeto. As mudanças na agenda da Psicologia por influência do evolucionismo intensificaram os

estudos funcionais sobre o comportamento, pensamento e inconsciente, colocando em segundo plano as relações entre mente e cérebro. Esse interesse continuou com muito vigor entre médicos que tratavam e estudavam os problemas de afasia e a associação desta disfunção com alguma parte do cérebro (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Nos anos 60, a Neuropsicologia começa a questionar a dominância absoluta do hemisfério esquerdo para a linguagem. Neste período, houve trabalhos em populações especiais, como canhotos, bilíngües, crianças e analfabetos. O foco passou então à busca de fatores biológicos (como dominância manual, desenvolvimento e sexo) e fatores sociais (como aquisição de uma segunda língua, aquisição da escrita e tipo de escrita) que poderiam determinar a dominância do hemisfério esquerdo para a linguagem e, conseqüentemente a organização cerebral das demais funções cognitivas. As funções cognitivas tornam-se, portanto, valorizadas pela Neuropsicologia (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Nesse emaranhado de propostas antagônicas surge um modelo teórico para fundamentar as associações entre estruturas cerebrais e processos mentais possibilitados pela Psicologia Cognitiva e a Teoria do Processamento da Informação, que a partir da década de 50, nos Estados Unidos, desenvolveu-se como um ramo da Psicologia na busca de explicações científicas sobre o processamento de atenção, memória, funções visual-motoras, linguagem, pensamento, entre outras. Portanto, os processos básicos estudados na Psicologia Cognitiva são também investigados na Neuropsicologia, com a relação cognição-cérebro-comportamento, com suporte em ferramentas tecnológicas (exemplo: neuroimagem cerebral) e instrumentos neuropsicológicos (avaliação neuropsicológica). As funções superiores, sendo estas a atenção, concentração, inteligência, memória, com ênfase na linguagem e no pensamento são processos que caracterizam desde aspectos da percepção até as funções executivas e demais comportamentos (Andrade, Santos & Bueno, 2004; Alchieri, 2003; Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Além das novas influências filosóficas no progresso científico, os avanços tecnológicos também influenciaram o surgimento daqueles psicólogos que iriam considerar, explicitamente, a mente em seus estudos. As novas tecnologias, como os computadores, possibilitavam modelos ou pelo menos analogias que se podia utilizar na perspectiva de se representar e pensar a mente. Segundo Matlin (2004), os pesquisadores começaram a conjecturar se os processos do pensamento

humano poderiam ser analisados a partir de uma perspectiva semelhante à de um computador. Sobre o advento dos avanços tecnológicos Sternberg (2000) retrata que os psicólogos iniciaram discussões acerca de sistemas de símbolos ou de sinais para representar a informação e as limitações na capacidade de processamento e no processamento da informação, tanto em série (uma etapa por vez) quanto em paralelo (mais de um item por vez).

De certa forma, com todos estes antecedentes, parece haver certo consenso de que no ano de 1956 as influências descritas até aqui se combinaram. Estudos cruciais foram apresentados neste período, o que irá marcá-lo como o nascimento da Psicologia Cognitiva. Um exemplo da importância deste período foi, por exemplo, o encontro no Instituto de Tecnologia de Massachusetts. Na ocasião Chomsky apresentou um estudo sobre teoria da linguagem; George Miller mostrou a pesquisa sobre o número sete na memória de curto prazo; Newell e Simon discutiram o módulo computacional: Solucionador Geral de Problemas; e foram apresentados conceitos a partir de uma perspectiva da psicologia cognitiva (Eysenck & Keane, 1994). Para Eysenck e Keane (1994), os psicólogos cognitivos adotaram o arcabouço do processamento da informação que diferia bastante do que havia sido proposto até então. Durante um período que abrangeu os anos 60 e maior parte dos anos 70, estes psicólogos consideram a maior parte da cognição como sendo composta por séries sequenciais de estágios de processamento. Ocorreu que o processamento da informação forneceu referências para se pensar sobre a natureza da cognição. Segundo os autores, desta maneira contribuiu-se com idéias maleáveis que poderiam ser utilizadas para a construção de teorias da cognição considerando o processamento de informação como um arcabouço.

Neste período, na década de 1970, Alfonso Caramazza e Edgar Zurif postularam que diferentes lesões dentro da área de Wernicke originavam diferentes falhas na compreensão. Anos seguintes, em 1988, Michael Posner, Marcus Raichle e colaboradores, descobriram que as informações sensoriais aferentes que culminam com a produção e compreensão da linguagem são processadas por mais de uma via, concluindo que as vias utilizadas para ver as palavras são diferentes das usadas para ouvi-las (Kandel, Schwartz & Jessel, 2003).

Estudos em Psicologia Cognitiva e Neuropsicologia intercalavam-se constantemente. A maioria dos pesquisadores da área da Psicologia Cognitiva ainda adere aos princípios gerais do arcabouço do processamento da informação. Apesar disso, o quadro atual diverge

bastante em termos de metas e abordagens adotadas. Eysenck e Keane (1994) identificam três grandes agrupamentos de psicólogos cognitivos: (1) Os Psicólogos Cognitivos experimentais formariam o primeiro grupo. Seriam aqueles que estão envolvidos principalmente com a pesquisa empírica de sujeitos que não apresentam patologias e que não realizam modelagem computadorizada. (2) Cientistas Cognitivos foi a denominação empregada àquele grupo que constrói modelos computacionais. Quando eles constroem grandes programas de computador, frequentemente eles os planejam antes utilizando fluxogramas pra que se possa tornar claro o que o programa deve realizar e como ira fazê-lo. (3) E em um terceiro agrupamento estariam os Neuropsicólogos Cognitivos, aos quais recai nosso especial interesse. Seriam os que investigariam os padrões de déficit cognitivo apresentados por pacientes com lesão cerebral e os relacionariam ao funcionamento normal. Estes partem, em suas pesquisas, de algumas suposições teóricas como, por exemplo, a da modularidade e do isomorfismo.

Como retratam Eysenck e Keane (1994), da modularidade concebe-se que informações específicas são processadas em lugares mais ou menos específicos e com certa independência um do outro, no cérebro. Do isomorfismo, supõe-se que existe um relacionamento significativo entre a maneira como o cérebro está organizado no nível físico e a maneira como a mente e seus módulos cognitivos estão organizados. Estes psicólogos através dos casos de dupla-dissociação conseguem relacionar quais funções cognitivas estão relacionadas a quais áreas no cérebro. Ressalta-se que isso também é possível através das novas tecnologias que medem atividade elétrica do cérebro ou o consumo de glicose, por exemplo.

Se a Psicologia Cognitiva é capaz de prover modelos sobre o funcionamento mental, então a Neuropsicologia Cognitiva possui a capacidade de testar a aplicabilidade desses modelos. Historicamente, essa verificação ocorreu primeiramente em pacientes com lesões cerebrais e estudos de fisiologia. Por outro lado, as informações obtidas através do estudo de pacientes (ou grupos de pacientes) oferecem a oportunidade para que novos modelos teóricos sobre a cognição possam ser esboçados (Eysenck & Keane, 1994). No Brasil, o marco da Neuropsicologia é representado pelo médico Antônio Branco Lefèvre, na década de 50, principalmente com estudos direcionados à área infantil. Apenas no ano de 2004 tal prática de atuação é reconhecida

como especialidade, no Brasil, pela Resolução Nº 002/2004 do Conselho Federal de Psicologia (Santos, 2004; Alchieri, 2003).

3.1.1 Estudos e metodologias adotadas em Neuropsicologia Cognitiva

Parece razoável supor que Neuropsicologia Cognitiva, especialmente em relação à ênfase no desempenho de pacientes com lesão cerebral, tornou-se uma disciplina mais relevante após os psicólogos cognitivos terem desenvolvido um conjunto de explicações coerentes sobre a cognição humana normal (Eysenck & Keane, 1994). Para Kristensen, Almeida, Gomes (p. 09, 2001), os primeiros estudos em Neuropsicologia Cognitiva para o estabelecimento de uma disciplina científica foram efetivados com estudos clínicos de pacientes, culminando em pesquisas experimentais com grupos de indivíduos debilitados a partir do tipo, lado e lugar da lesão cerebral e/ou padrões cognitivos mais ou menos definidos. Na década de 50, caracterizou-se principalmente pela investigação do desempenho em determinado domínio cognitivo, como a linguagem, entre grupos de participantes com afasia e controles, a fim de verificar prováveis alterações quantitativas e qualitativas decorrentes da lesão.

Sobre a observação do funcionamento cerebral, são utilizados procedimentos de avaliação psicométrica. O uso de instrumentos psicológicos para a investigação das funções e disfunções cerebrais iniciou-se principalmente após a Segunda Guerra Mundial, com pioneiros como Hans-Lukas Teuber, Brenda Milner, Arthur Benton e Ward Halstead. A seleção de pacientes era primariamente baseada nos padrões de performance em baterias de testes abrangentes com propriedades de objetividade, confiabilidade e validade bem estudadas (Kristensen, Almeida & Gomes, 2001).

Kristensen, Almeida, Gomes (2001) retratam dois tipos de abordagens utilizadas na pesquisa em Neuropsicologia: (1) o critério da manifestação comportamental (sindrômico) e (2) critério da localização da lesão. Estas abordagens visaram estudos de pacientes isolados (estudo de caso) e grupos de pacientes caracterizados pela mesma patologia e controles, diante de investigações acerca de lesão cerebral. Utilizam-se também pesquisas que englobam discussões de dissociações, ou seja, estudos que focalizam no desempenho de mais de uma tarefa distinta em um ou mais pacientes.

Para avaliação cognitiva, das funções e disfunções cerebrais emprega-se a avaliação neuropsicológica, medidas de tempo de reação

on-line, variabilidade da frequência cardíaca para estudos do funcionamento autonômico e sua relação com a cognição, medidas eletrofisiológicas (potências evocados ou relacionados a eventos) e psicofísicas (condutância da pele, registro de fluxo sanguíneo sonográfico) em tarefas de processamento da linguagem e técnicas de neuroimagem funcional (confuso, rever) (SPECT, PET e fMRI) (Eysenck, Keane, 1994; Kristensen, Almeida, Gomes, 2001). Por isso, a Neuropsicologia Cognitiva pode direcionar-se hoje à área tecnológica, clínica, hospitalar, organizacional, escolar e de pesquisa, com foco no desenvolvimento humano, na formulação, validação e adaptação de instrumentos neuropsicológicos, avaliação e reabilitação neuropsicológica, abrangendo estudos de funções e disfunções cerebrais com pacientes neuropsiquiátricos, neurológicos e normais, com base em respostas psicofisiológicas e cognitivas (Eysenck & Keane, 1994; Toni, Romanelli & Salvo, 2005).

Neste estudo, por exemplo, a direção teórica da Neuropsicologia Cognitiva refere-se especialmente ao processo de desenvolvimento humano, sobretudo a questões neuropsicológicas e fisiológicas do envelhecimento e sua inter relação. De acordo com Fonseca, et al (2007), pesquisas em Neuropsicologia que envolvem populações idosas consideradas tanto normais quanto patológicas vêm aumentando na área, considerando a atual realidade brasileira, em que se estima que os idosos constituem cerca de 10% da população, ou seja, aproximadamente 14,5 milhões de pessoas com idade igual ou superior a 60 anos. Diante deste dado, estudos que envolvem o processo de envelhecer são pertinentes auxiliando no planejamento do adequado atendimento e manejo diante das necessidades desta população.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Conceitos Gerais

Alguns termos são freqüentemente utilizados durante a revisão de literatura e método deste trabalho, como: desempenho cognitivo; avaliação cognitiva e avaliação neuropsicológica; funções executivas; memória de curto prazo e memória de trabalho; atenção; tempo de reação; flexibilidade cognitiva; sistema nervoso central; sistema nervoso autônomo; e variabilidade da frequência cardíaca. A partir disso, este capítulo objetiva conceituar, de maneira breve, os termos citados:

- Desempenho Cognitivo:

O desempenho cognitivo pode ser representado pela habilidade e capacidade do indivíduo em realizar tarefas relacionadas aos processos cognitivos: atenção, memória, funcionamento executivo, orientação, velocidade de processamento de informações, atividades psicomotoras e percepção (Luft, 2007; Lezak et al, 2004).

- Avaliação neuropsicológica:

A avaliação neuropsicológica objetiva a mensuração do desempenho cognitivo do indivíduo por meio de instrumentos padronizados, para a investigação da função ou disfunção cerebral (Lezak, et al 2004; Mäder, 2001). Neste caso, este estudo sugere para avaliação cognitiva o Instrumento Computadorizado Cogstate, com validação internacional (Collie, et al 2007) que será discutido como avaliação neuropsicológica, com relação as funções cerebrais preservadas e em declínio no processo de envelhecimento. Os domínios que foram avaliados referem-se a tarefas executivas e não executivas, como: tempo de reação; memória de trabalho e memória de curta duração; e atenção concentrada.

- Funções executivas:

As funções executivas relacionam-se a capacidade de organização, controle inibitório, tomada de decisão, abstração e execução de ações dirigidas a metas, com a ativação do córtex pré-frontal. Abrange habilidades de memória de trabalho, atenção, volição,

planejamento, ação intencional e o desempenho efetivo, com conseqüente relevância na realização de tarefas diárias e o convívio social adequado (Wager & Smith, 2003; Greence, et al, 2007; Saboya, Franco & Mattos, 2002; Etienne, Marin-Lamellet & Laurent, 2008).

O córtex pré-frontal não atua de forma isolada as demais regiões do cérebro e estabelece conexões com outras regiões corticais: córtex occipital, parietal e temporal; bem como com estruturas subcorticais, como o tálamo; e o sistema límbico. Caracteriza-se por integrar os processos cognitivos e emoção (Banhato & Nascimento, 2007; Capovilla, Assef & Cozza, 2007), subdividindo-se em: (1) córtex pré frontal lateral e (2) córtex cingulado anterior, relacionados principalmente com o desempenho em tarefas cognitivas; e (3) córtex pré-frontal ventromedial ou córtexorbitofrontal, envolvendo de forma geral, os fenômenos emocionais para adaptação mental (Capovilla, Assef & Cozza, 2007; Joannette, et al 2008).

O declínio ou disfunção no desempenho executivo pode ocasionar modificações de comportamento e desorganização de processos cognitivos, com dificuldades em compreensão, linguagem, organização, flexibilidade de pensamento, inibição, atenção, memória de trabalho (Johnson, Lui & Yaffe, 2007; Joseph, Mcgrath & Tager-Flusberg, 2005; Banhato & Nascimento, 2007).

- Memória de Curto Prazo e Memória de Trabalho

A memória compreende o sistema que armazena informações com a operação de quatro processos: (1) aquisição, (2) formação, (3) conservação e (4) evocação; classificada de acordo com o tempo de retenção: memória de curto prazo, memória de trabalho e memória de longa duração (Burin, Drake & Harris, 2007; Lezak, et al 2004)

A memória de curto prazo é aquela que armazena durante poucos minutos determinado estímulo, possibilitando a evocação imediata da informação. De forma similar, a memória de trabalho (ou memória operacional) armazena as informações em um curto período de tempo, mas com manipulação do material adquirido (Izquierdo, 2002). Alguns autores (Kantowitz, Roediger & Elmes, 2006; Matlin, 2004) discutem a relação entre memória de curto prazo e memória de trabalho, referindo como os mesmos sistemas, considerando que toda informação armazenada e evocada em um curto período necessita de organização e manipulação do conteúdo.

Em contribuição, Capovilla, Assef e Cozza (2007) mencionam que o sistema de memória de trabalho relaciona-se com o córtex pré frontal lateral, e que pode apresentar conexões com a memória de longo prazo, tornando disponível a representação transitória da informação para a execução de determinada tarefa com experiências passadas ou atuais.

- Atenção:

O processo cognitivo: atenção – proporciona a habilidade de identificar e selecionar estímulos em um contexto de tempo e espaço, suprimindo conteúdos irrelevantes (Andreasen, 2005). Categorizam-se dois tipos de atenção: seletiva (capacidade em dirigir o foco à um ponto específico do ambiente, sendo um pré-requisito para a codificação de informações); e concentrada (processo que mantém uma vigilância sobre o curso preciso e organizado da atividade mental, com atividades perceptivas, cognitivas e motoras) (Gazzaniga, Irvy & Mangun, 2002).

Durante a realização de tarefas de atenção sugere-se a ativação de estruturas relacionadas ao córtex cingulado anterior representando um sistema de supervisão de atenção que atua em condições novas, tarefas mais difíceis e correção de respostas erradas (Gazzaniga, Irvy & Mangun, 2002).

- Tempo de reação:

O tempo dispendido durante a realização de uma tarefa caracteriza-se como o tempo de reação, representando o intervalo de tempo decorrente desde um estímulo até o início de uma resposta, com velocidade de processamento da informação em atividades cognitivas e motoras. O sinal de comando do tempo de reação pode ser visual, auditivo ou tátil, classificando-se em dois tipos: (Ribeiro e Almeida, 2005; Vaghetti, Roesler & Andrade, 2007; Kantowitz, Roediger & Elmes, 2006).

(a) Tempo de reação simples: é representado por um único estímulo e resposta, com pouca complexidade da tarefa (Vaghetti, Roesler & Andrade, 2007).

(b) Tempo de reação de escolha: indicado pela ocorrência de mais de um estímulo e mais de uma resposta, sendo que quanto maior o número de pares estímulo-resposta, maior é a complexidade e maior o tempo de reação. Esta tarefa se relaciona com tomada de decisão e possui

componente relacionado ao córtex frontal (Kantowitz, Roediger & Elmes, 2006; Vaghetti, Roesler & Andrade, 2007; Ribeiro & Almeida, 2005).

- Flexibilidade Cognitiva:

A flexibilidade cognitiva é a capacidade de alternância de objetos ou estímulos diante situações em que o plano inicial não ocorre de forma bem sucedida, sendo necessária a adaptação a demanda ambiental. Esta função está relacionada com o córtex frontal, especialmente com o córtex cingulado anterior, importante no monitoramento das funções executivas e das respostas do sistema neurovegetativo a situações de dor ou ameaça. Assim, envolve conexões do sistema nervoso central e modulação autonômica, com regulação simpática e parassimpática (Capovilla, Assef & Cozza, 2007). Para Cowen (2009) e Pardon (2007) os neurônios do sistema autônomo adaptam-se durante a maturação do cérebro de maneira contínua aos diferentes estímulos ambientais, emocionais, fisiológicos e cognitivos, possibilitando novas respostas, tomada de decisão e flexibilidade cognitiva.

- Sistema Nervoso Central (SNC)

O sistema nervoso central (SNC) compreende interações entre os diversos sistemas, abrangendo conexões nervosas, metabolismo de neuropeptídeos e neurotransmissores, função sináptica e as características morfológicas dos neurônios. Para isso, substâncias como por exemplo, acetilcolina, adrenalina, opióides, dopamina, serotonina são relevantes ao SNC, constituindo interações neuronais. Representa funções cognitivas e comportamentais especializadas, por meio de conexões corticocorticais, e o controle integrativo do sistema nervoso autônomo (Rosa & Silva, Silva de Sá, 2006; Hagemann, Waldstein & Thayer, 2003).

- Sistema Nervoso autônomo (SNA)

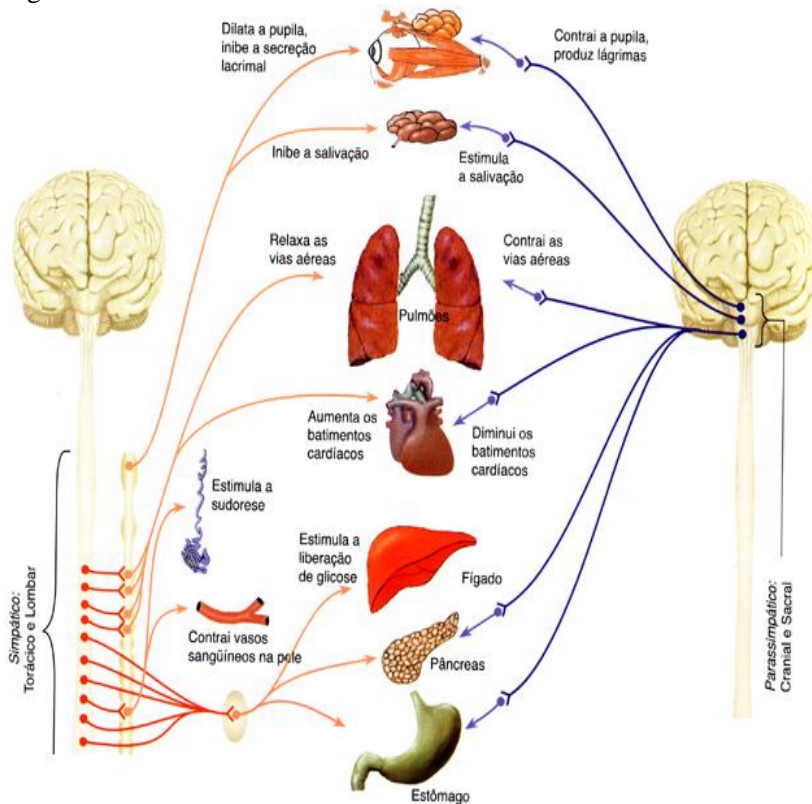
O sistema nervoso autônomo ou autonômico (SNA) é responsável pelo controle das funções viscerais do corpo, na regulação das respostas adaptativas ao ambiente. É chamado também de sistema neurovegetativo, pois seu funcionamento não é normalmente acessível à

consciência. Desta maneira, o SNA é responsável pelo controle involuntário e inconsciente das funções dos órgãos internos, em contraste com a porção voluntária e consciente das funções percebidas dos músculos esqueléticos. As estruturas que se relacionam ao funcionamento autônomo são os núcleos do tronco encefálico, do hipotálamo e do prosencéfalo basal, supridos de sinais contínuos de todas as partes do organismo. Envolve os ramos simpático e parassimpático que realizam sinapses entre o neurônio central e o alvo periférico (sinapse ganglionar) (Jacomini & Silva, 2007; Kawaguchi, et al 2007; Puzanovova, et al 2009).

A sinapse ganglionar apresenta como neurotransmissor a acetilcolina, com liberação de noradrenalina (pelo ramo simpático) e acetilcolina (pelo ramo parassimpático). Além disso, o ramo simpático, juntamente com a medula da adrenal, forma uma unidade funcional, sendo denominado sistema simpatoadrenal, envolvendo características fisiológicas relacionadas ao estresse. O ramo parassimpático é responsável pela modulação destas respostas relacionadas ao estresse, evitando alterações patológicas (Jacomini & Silva, 2007; Kawaguchi, et al 2007).

Para a regulação autonômica são envolvidas vias aferentes medulares e vagais, que possibilita que o sistema nervoso central (núcleo trato solitário) receba a informação; sendo modulada pelas fibras eferentes vagais rápidas e eferentes simpáticas lentas - retornando a informação ao coração. Como consequência deste fenômeno, resulta-se a variabilidade batimento a batimento da frequência cardíaca, ou seja, a variabilidade da frequência cardíaca. As fibras musculares (lisas na maioria, estriadas no coração) e células glandulares recebem terminações nervosas do SNA, coordenando as funções de diferentes órgãos e sistemas (Zuttin, et al 2008; Napadow, et al, 2008; Cechetto, Shoemaker, 2009). A figura abaixo refere-se a divisão do SNA (adaptado de Carlson, 2002, p.94), mostrando algumas inervações do sistema simpático e parassimpático e sua influência ao organismo (obs: não são demonstradas, por exemplo, as inervações sacrais do sistema parassimpático):

Figura 01: Sistema Nervoso Autônomo



Fonte: adaptado de Carlson, 2002, p.94

Assim, esse sistema influencia a regulação constante da frequência cardíaca (FC) e do tônus vascular, para manter a homeostase da atividade cardiovascular por meio do controle e da retroalimentação. Auxilia também na manutenção da pressão arterial (PA) média e do volume venoso central dentro de uma faixa relativamente estreita de variações (Zuttin, et al 2008; Napadow, et al, 2008). Quando em condições patológicas, a FC busca ajustes rápidos e compensatórios, sendo gerenciado pela ação autonômica sobre o nó sinusal (Zuttin, et al 2008).

- Variabilidade da frequência cardíaca (VFC)

O coração é um órgão que recebe influências do sistema nervoso autônomo para a manutenção da homeostase, com modificações constantes na frequência de seus batimentos (FC- frequência cardíaca). Vanderlei, et al (2009) e Teixeira (2008) referem que o impulso no nódulo sinusal inicia a excitação cardíaca, distribuindo a informação pelos átrios, e ocorrendo despolarização atrial (representada pela onda P). Este impulso é conduzido aos ventrículos por meio do nódulo atrioventricular, distribuído pelas fibras de Purkinje, despolarizando os ventrículos (representada pelas ondas Q, R e S - complexo QRS). A onda T indica a repolarização ventricular e a VFC é obtida pela análise dos intervalos R-R, mensuradas por meio de eletrocardiógrafos, conversores analógicos digitais e os cardiofrequencímetros, no tempo de 60 segundos a 24 horas, com o sistema Holter.

Os intervalos R-R em milissegundos (ms) são, portanto, modulados pelo SNA, por meio dos ramos simpático e parassimpático, com flutuações temporais entre duas contrações ventriculares consecutivas. O objetivo de mensurar a VFC é a possibilidade de observar a adaptação da capacidade fisiológica do sistema cardiovascular, momento a momento, no cotidiano (como em atividades físicas, cognitivas e no sono). Em consequência, pode-se reconhecer, de forma não invasiva, situações que afetam o SNA (Zuttin, et al, 2008; Åhs, et al 2009).

Segundo Brunetto et al (2008), Teixeira (2008) e Vanderlei et al (2009), a diminuição da VFC esta relacionada com maior índice de morbidade e mortalidade cardiovascular, com presença de disfunção fisiológica do organismo. As variáveis que podem estar relacionadas são: idade, peso e altura, respiração, temperatura do ambiente, atividade física, estado de humor, presença ou ausência de patologias neurológicas e psiquiátricas, diabetes mellitus, doenças de chagas, doenças respiratórias e pulmonares, sexo, uso de medicamentos.

Sugere-se que quanto maior a frequência cardíaca (FC) maior ação da via simpática e da menor atividade parassimpática, ou seja, inibição vagal e diminuição da VFC. Ao contrário, quanto menor a FC, maior ativação parassimpática, com redução de ação do ramo simpático e, portanto, predomínio da atividade vagal. Isso simboliza que o normal e esperado é que o coração responda de forma variada aos diferentes estímulos ambientais (Luft, Takase & Darby, 2009; Vanderlei, et al 2009; Åhs, et al 2009).

A análise da VFC pode ser efetuada pelo método linear, (a) domínio do tempo e (b) domínio da frequência (ou poder espectral da frequência cardíaca) (Brunetto, et al 2008; Kawaguchi, et al, 2007; Luft, Takase & Darby, 2009):

(a) Domínio de tempo: caracteriza a atividade do SNA de maneira global, indicando índices do registro contínuo de eletrocardiograma ou cardiofrequencímetro, que determina a dispersão da duração dos intervalos entre complexos QRS normais de despolarização sinusal. Apresenta os componentes:

- 2 SDNN: indica o desvio-padrão da média dos intervalos de acoplamento de todos os batimentos normais consecutivos;
- 3 SDANN: representa o desvio-padrão da média dos intervalos R-R obtida a cada cinco minutos;
- 4 RMSSD: representa a raiz quadrada da média dos quadrados das diferenças entre intervalos R-R normais sucessivos;
- 5 SDNN index – representa a média de todos os desvios-padrão dos intervalos R-R normais obtidos de cinco em cinco minutos;
- 6 pNN50 – é percentagem, em relação ao total de R-R normais, dos R-R normais que, em relação aos R-R anteriores, tenham uma diferença superior a 50ms.

(b) Domínio da frequência: resulta da análise da densidade do espectro de potência que descreve a distribuição da densidade (variância) em função da frequência. Ou seja, a análise espectral decompõe a variabilidade total da frequência cardíaca em seus componentes causadores, apresentando-os segundo a frequência com que alteram a FC. Caracteriza-se de forma quantitativa e qualitativa, individualizada e simultânea, em termos absolutos e relativos, as atividades simpática e parassimpática cardíacas. Utiliza classificações como:

- 2 VLF: muito baixa frequência (VLF, very low frequency) – (0,015 a 0,04Hz) mediado pela termorregulação e o sistema renina-angiotensina-aldosterona;
- 3 LF: baixa frequência (LF, low frequency) – (0,04 a 0,15Hz) – mediado pelo reflexo barorreceptor, com influências mistas do simpático e parassimpático);
- 4 HF: alta frequência (HF, high frequency) – (0,15 a 0,40Hz) – indicadora de tônus vagal, expressa a influência parassimpática sobre o nó sinusal e frequência respiratória.

5 UBF: ultra baixa frequência (UBF: 10-5à 10-2 Hz sua correspondência fisiológica não é estabelecida).

A relação da potência BF/AF é compreendida como uma medida de regulação e equilíbrio simpato-vagal, e podem ser avaliados em unidades absolutas de potência (milissegundos ao quadrado) ou em valores relativos à potência total menos o componente de MBF.

As medidas de domínio de tempo e frequência correspondem a métodos diferentes de avaliar o mesmo fenômeno. O pNN50 e o RMSSD indicam diferenças entre intervalos R-R adjacentes, quantificam variações rápidas da FC, possibilitando a correlação com o componente de alta frequência do espectro de potência. E o índice RMSM representa o balanço simpatovagal e que existe uma correlação entre RMSM e BF (Zuttin, et al, 2008; Åhs, et al 2009; Brunetto, et al 2008).

O método não linear para avaliação da VFC baseia-se na teoria do Caos: *“descreve elementos manifestando comportamentos que são extremamente sensíveis às condições iniciais, dificilmente se repetem, mas apesar de tudo são determinísticos”* (Vanderlei, et al, 2009, p.209). Este método aplica-se na interpretação, compreensão e previsão do comportamento dos fenômenos biológicos, com análise de flutuações depuradas de tendências, função de correlação, expoente de Hurst, dimensão fractal e o expoente de Lyapunov. Neste trabalho a análise não linear foi mensurada por meio dos indicativos: D2 (correlation dimension), indica adaptação do organismo ao ambiente – a interação do sistema nervoso simpático e parassimpático; e indicadores como SD1 (representa sistema nervoso parassimpático) e SD2 (representa sistema nervoso simpático) que se relacionam a análise de Poincaré.

4.2 Envelhecimento

O envelhecimento é um processo natural do desenvolvimento humano, não exclusivo da população idosa, mas caracterizado pela maturação cerebral desde a fase adulta, decorrente do aumento de idade cronológica. Este fenômeno é discutido por duas teorias clássicas, visando a compreensão das possíveis mudanças do organismo em relação a idade (Rajawat, Hilioti & Bossis, 2009; Aversí-Ferreira, Rodrigues & Paiva, 2008; Lee et al. 2006). São estas:

- Teorias estocásticas: defendem a hipótese que o acúmulo aleatório de lesões e a ação ambiental em moléculas vitais

gera gradativo declínio fisiológico (por exemplo, as mutações somáticas, do erro-catástrofe, da reparação do DNA, da quebra de ligações, da glicosilação avançada e a teoria do estresse Oxidativo) (Rajawat, Hilioti & Bossis, et al 2009);

- Teorias genéticas: aludem à atuação dos genes diante do envelhecimento, com influências ambientais para a longevidade (incluem a teoria do envelhecimento celular, ou senescência programada, a teoria dos telômeros, da mutagênese intrínseca, a neuroendócrina e a imunológica) (Rajawat, Hilioti & Bossis, 2009).

Entretanto, torna-se difícil utilizar um único conceito que apresente utilidade em diferentes contextos, pois dependerá do objeto de interesse da pesquisa. Pode-se, então, considerar o envelhecimento como um processo que engloba processos biológicos, fisiológicos, sociais, intelectuais, econômicos, funcionais e cronológicos (Rajawat, Hilioti & Bossis, 2009; Aversi-Ferreira, Rodrigues & Paiva, 2008; Lee et al. 2006).

As alterações decorrentes deste processo se acentuam e modificam-se de acordo com determinado indivíduo, com influência do estilo de vida, hábitos, lazer e atividade física, e resulta na configuração de senescência ou senilidade (Lent, 2005; Aversi-Ferreira, Rodrigues & Paiva, 2008; Cardoso, Mazo & Japiassú, 2008).

A senescência refere-se ao envelhecimento resultante de uma interação complexa de fatores genéticos, metabólicos, hormonais, imunológicos e estruturais, em níveis moleculares, celulares, histológicos e orgânicos quando ocorre a diminuição da capacidade de reparação biológica. É indicada como o desenvolvimento do envelhecimento natural do organismo. Por conseguinte, a senilidade se baseia, de forma geral, nas alterações produzidas pelas afecções, incluindo debilidade ou deterioração do corpo e/ou da mente, como por exemplo as doenças neurodegenerativas. Certamente nem todas as pessoas de idade avançada tornam-se senis mesmo com as alterações decorrentes do envelhecimento do sistema neural (Aversi-Ferreira, Rodrigues & Paiva, 2008).

Estas modificações do sistema neural, que envolvem o sistema nervoso central (SNC) e autônomo (SNA), são caracterizadas por aspectos estruturais, cognitivos, químicos, sociais, hormonais e fisiológicos e se inter relacionam, como descrito no item seguinte:

Envelhecimento Cerebral (Aversi-Ferreira, Rodrigues & Paiva, 2008; Kennedy & Raz, 2009).

4.2.1 Envelhecimento cerebral

De acordo com Cardoso et al (2003), Salthouse (2009) e Ba"ckman et al (2006), o processo de envelhecimento inicia-se de forma gradual, com início do declínio cognitivo entre os 27 e 30 anos de idade. Este fenômeno pode ser reflexo das mudanças cerebrais que ocorrem nesta faixa etária, como: variações neurobiológicas relacionadas a integridade da mielina, receptores de serotonina e dopamina e possíveis mudanças no metabolismo no córtex frontal. Até a meia idade o volume cerebral demonstra-se como constante (93%) em comparação com a caixa craniana e por volta dos sessenta anos é evidenciado declínio com posterior acentuação entre os setenta e noventa anos (80%), com diminuição de até 200 cm³. Assim, o acelerado declínio funcional, cognitivo e fisiológico ocorre, segundo os mesmos autores, após os 60 ou 70 anos de idade, indicando giros mais finos separados por sulcos mais abertos e profundos, ventrículos e demais cavidades cerebrais mais largos com conseqüente diminuição da espessura das regiões corticais. (Cardoso, et al, 2007; Park & Gutches, 2002).

As alterações das estruturas cerebrais no envelhecimento envolvem o núcleo caudado, córtex pré frontal lateral, cerebelo, hipocampo, e mínima ou inexistente redução no volume do córtex occipital, entorrinal e modificação na assimetria cerebral. Modificações e declínio de metabolismo na região frontal do cérebro podem ocorrer e relaciona-se ao funcionamento executivo (Haga, et al 2009; Osorio, et al, 2009; Reuter-Lorenz & Lustig, 2005).

Tais sinais macroscópicos podem ser observados em exames como a tomografia computadorizada e ressonância magnética. Já a inspeção microscópica sugere que o citoplasma apresenta novelos de neurofibrilas, a degeneração granulovacuolar e o surgimento de pequenos depósitos de material denso e fragmentos de neurônios, o que pode formar as placas senis e o acúmulo de pigmento de lipofuscina nos neurônios e células gliais (Lent, 2005; Aversi-Ferreira, Rodrigues & Paiva, 2008; Rajawat, Hilioti, Bossis, 2009).

A presença do pigmento lipofuscina é resultante da peroxidação dos lipídios poliinsaturados das membranas biológicas e são presentes também nas células cardíacas, do fígado e do músculo

estriado em extremidades paralisadas ou imobilizadas, acumulados nos neurônios, células da glia, no endotélio capilar, núcleo olivar inferior, núcleo denteado do cerebelo, núcleos do tálamo, globo pálido, núcleo rubro, núcleos motores de pares cranianos e nos grandes neurônios do giro pré-central. Os efeitos do acúmulo deste pigmento sobre as funções cerebrais ainda não são esclarecidos (Cardoso, et al, 2007).

Observa-se a diminuição de sinapses e em nível bioquímico e queda de proteínas cerebrais (especialmente aquelas enzimas que sintetizam e que degradam neurotransmissores). A quebra das moléculas precursoras normais resulta no aparecimento de proteínas anômalas, principalmente a B-amilóide. Algumas destas manifestações podem estar atreladas com a diminuição de desempenho em memória e problemas auditivos e oculares (Lent, 2005; Aversi-Ferreira, Rodrigues & Paiva, 2008; Cardoso, et al, 2007).

A atrofia cerebral ou/e retração neuronal varia a intensidade e não necessariamente ocorre no mesmo momento das diversas regiões, como no córtex dos giros pré-centrais, nos giros temporais, cerebelo, hipocampo, amígdala, substância negra, núcleos hipotalâmicos, núcleos de base, tálamo, tronco cerebral (núcleo facial), medula espinhal. As alterações por redução de tamanho das células são mais observadas na substância branca, corpo caloso e no tronco cerebral (núcleo coclear) (Cardoso, et al, 2007; Kennedy & Raz, 2009).

A exemplo, na pesquisa de Piguet, et al (2009), foi mensurado o volume de 26 regiões corticais, subcorticais e de substância branca em 24 seres humanos com idade de 46 a 96 anos de idade, ausentes de neuropatologias, verificando significativa diminuição de substância branca anterior e posterior, mas com o volume total da substância cinza preservado.

Embora o pressuposto defendido, desde 1955 por Brody, de que o envelhecimento do cérebro é caracterizado pela diminuição de 50% dos neurônios (o que explicaria a redução do tamanho do cérebro), Teixeira I. (2008) menciona que existe a teoria que defende a ausência de perda extensiva de neurônios corticais gerados pelo declínio da idade na espécie humana, o que consequentemente enfraquece o anterior pressuposto da perda neuronal devido ao envelhecimento. A partir disso, justifica-se a diminuição do córtex cerebral durante o envelhecimento através da perda da substância branca das fibras mielinizadas localizadas nos hemisférios cerebrais, o que sugere relação com as modificações ocasionadas nos corpos celulares dos oligodendrócitos (como a agregação com outros oligodendrócitos, o edema e a inclusão de

pigmentos) (Piguet, et al 2009). Segundo Haug e Eggers (1991), a perda significativa de neurônios não reflete o processo de envelhecimento, mas resulta das dificuldades durante o processo de fixação para a análise histológica.

Teixeira, I. (2008) menciona que o cérebro velho perde significativamente estruturas dendríticas a partir do encurtamento e da diminuição das ramificações dos dendritos, o que pode restringir a disponibilidade de substrato pós-sináptico para conexões sinápticas, considerando que existem sinapses com neurotransmissores excitatórios que realizam contatos sobre as espinhas dendríticas. De acordo com o mesmo, a perda de estruturas pré e pós-sinápticas possibilita a redução das conexões interneuronais.

Com a diminuição das conexões sinápticas e dendríticas do córtex, o funcionamento cognitivo torna-se prejudicado em virtude de sua importância no processo de formação e manutenção de informações (Cardoso, et al, 2007; Duarte, et al, 2006). Em relação, a capacidade motora é afetada, com possíveis alterações nas unidades de movimento humano, com diminuição de massa, força muscular de até 20% na sexta década de vida e rebaixa da velocidade de condução (Cardoso, et al, 2007; Pardo, et al, 2007).

O reduzido consumo de oxigênio e de glicose, especialmente na região pré frontal e córtex cingulado anterior, auxilia no declínio do desempenho cognitivo, comprometimento na habilidade do sistema nervoso central, no processamento dos sinais vestibulares, visuais e proprioceptivos responsáveis pela manutenção do equilíbrio corporal e rebaixamento na capacidade de modificação dos reflexos adaptativos, com possível aparecimento de sintomas de tontura, com maior frequência após os 65 anos (Pardo, et al, 2007; Aversi-Ferreira, Rodrigues & Paiva, 2008).

Outra característica se relaciona aos reflexos primitivos, que aumentam com a idade, intensificando-se com a deterioração cognitiva. Este indicativo é possivelmente observado em exame clínico, a *“olho nu”*, em pacientes com a doença de Alzheimer. Sugerir disfunção do cérebro quando presente o reflexo de preensão e sinal de Babinski, ou mais de três sinais primitivos e/ou a combinação de paratonia e reflexos "snout", sucção e palmomentoniano (Damasceno, 2005).

Os níveis de acetilcolina, dopamina, serotonina, ácido gama-aminobutírico (GABA), receptores colinérgicos e endorfinas diminuem gradativamente com o envelhecimento, ocasionando variações em níveis de noradrenalina, afetando regiões do encéfalo (principalmente tronco

encefálico e regiões onde terminam os axônios dopaminérgicos e noradrenérgicos - núcleos da base, hipotálamo; córtex cerebral – e acetilcolinérgicas) (Cardoso et al 2007; Park & Gutchess, 2002).

Em virtude da maior exposição a fatores externos, ambientais e comportamentais sugere-se que os idosos desenvolvem com mais facilidade doenças das quais jovens podem não desenvolver. Entretanto, apesar do declínio neural normal e/ou patológico durante o envelhecimento, a plasticidade cerebral atua como ferramenta de interação ao ambiente, como forma de adaptação do cérebro às novas exigências, buscando compensar as disfunções ou dificuldades do indivíduo (Cardoso et al 2007).

As doenças cardíacas, acidente vascular cerebral e neuropatias ou neurites são as comuns disfunções relacionadas ao sistema nervoso central e autônomo, influenciando também nos processos cognitivos. Patologias como a Diabetes mellitus (hiperglicemia e dano oxidativo), alterações endócrinas (perda do efeito neutrófico de vários hormônios), hipertensão arterial (dano vascular) e quadros hipoglicêmicos graves podem demonstrar-se como negativas a cognição e sistema cardiovascular (Cardoso, et al, 2007; Rajawat, Hilioti, Bossis, 2009; Farral & Wardlaw, 2009).

As dificuldades de planejamento, velocidade de processamento de informação e o chamado “*esquecimento*”, característico em alguns relatos de idosos ausentes de doenças psiquiátricas e neurológicas, pode ser natural da idade, em consequência da gradual modificação química, fisiológica e estrutural citada até o momento. Por isso, a investigação acerca da forma que se manifesta tais alterações é relevante para a elaboração de diagnósticos e programas de treino cognitivo ainda em fase adulta, otimizando atividades da vida diária, qualidade de vida e capacidade funcional do organismo em processo de envelhecimento (Aversi-Ferreira, Rodrigues & Paiva, 2008; Salthouse, 2009; Ba’Ckman et al, 2006).

4.2.2 Cognição e envelhecimento cerebral

Para Pardo, et al (2007), é possível observar diminuição focal na atividade do cérebro durante o envelhecimento normal, incluindo o córtex cingulado anterior, córtex pré frontal medial e tálamo dorsomedial. O declínio do metabolismo nestas regiões correlaciona-se com a diminuição das funções cognitivas, verificando mudanças em flexibilidade mental, auto-regulação, velocidade de processamento e

memória de trabalho, relacionado ao funcionamento executivo (Pardo, et al, 2007; Grön, et al 2003).

A diminuição da substância branca também é observada principalmente na região pré frontal do córtex com declínio colinérgico e dopaminérgico, que influencia em memória de trabalho, atenção e modulação autônoma (Reuter-Lorenz & Lustig, 2005; Pardo, et al, 2007; Rajawat, Hilioti & Bossis et al, 2009).

Autores como Aversi-Ferreira, Rodrigues, Paiva (2008) e Rajawat, Hilioti e Bossis (2009) complementam e reforçam a idéia de que o processo de envelhecimento envolve declínio de performance em memória episódica, processual e funções executivas, especialmente em flexibilidade cognitiva.

Em relação a cultura, a cognição é afetada em maior intensidade em jovens em comparação a idosos. Isso sugere que, jovens podem apresentar diferenças culturais significativas na realização de uma mesma atividade cognitiva, como em memória de trabalho, funções executivas e habilidades viso-espaciais, enquanto que essas diferenças entre idosos de culturas distintas não se mostram significativas, possivelmente pela diminuição da flexibilidade cognitiva no envelhecimento (Park & Gutchess, 2002).

Podem existir ainda diferenças cognitivas de mulheres e homens. Estas primeiras caracterizam-se pelo melhor desempenho em tarefas de memória episódica e fluência verbal, enquanto que homens tendem a desenvolver melhor aptidão em atividades viso-espaciais. Entretanto, de acordo com Thilers, MacDonald, Herlitz (2007) este dado é válido para indivíduos com dominância manual direita, enquanto que homens com dominância manual esquerda apresentam melhor performance verbal em comparação a tarefa visoespacial, reduzindo as diferenças cognitivas de sexo.

No EEG, em idosos saudáveis após os oitentas anos, pode ser observado alentecimento do ritmo de ondas alfa e teta, com episódios de maior amplitude nas regiões temporais, principalmente à esquerda. Sugere-se também aumento do ritmo beta. Quando o envelhecimento mostra-se patológico, com deterioração intelectual senil não focal, é encontrado nas respostas do EEG o alentecimento generalizado (Gomes, Fernandes Filho & Bello, 2002).

Em neuroimagem funcional sugere-se redução da assimetria da atividade cerebral com a idade que pode relacionar-se com a diminuição da ativação no córtex pré frontal, compensando déficits cognitivos em outras regiões cerebrais, como em memória implícita. Desta maneira,

adultos velhos utilizam estratégias cognitivas diferentes de adultos jovens (Osorio, et al, 2009).

Isso infere que as estruturas cerebrais relacionadas a memória implícita não encontram-se em disfunção ou diminuição de metabolismo em idosos saudáveis e idosos em estágios iniciais de demência, como a doença de Alzheimer. Em contraste, as regiões do hipocampo e lobo temporal medial, relacionadas a memória episódica, podem desenvolver declínio substancial (Osorio, et al, 2009; Reuter-Lorenz & Lustig, 2005; Duarte, et al 2006).

Desta forma, o cérebro no envelhecimento busca adaptar-se a nova condição, e utiliza-se da reserva cognitiva, na elaboração de outras estratégias para compensar o declínio executivo e de memória. Ou seja, algumas habilidades podem mostrar-se intactas ou melhoram com o envelhecimento, como o reconhecimento lexical, a produção oral automática, priming, memória implícita e a compreensão de sentenças contextualizadas (Fonseca, et al 2007). Segundo Reuter-Lorenz e Lustig (2005) é observada maior ativação em tarefas verbais no córtex pré frontal lateral e pré frontal inferior em idosos em comparação a jovens. Jovens apresentam apenas ativação unilateral do cérebro durante processamento léxico-semântico, enquanto que idosos mostram ativação bilateral, ou seja ocorre ativação no hemisfério direito e esquerdo (Solé-Padullés, et al 2009; Osorio, et al, 2009; Duarte et al 2006).

No mesmo sentido, a meta análise de Verhaeghen (2003), realizada com 210 artigos, mostrou que os idosos apresentaram desempenho melhor em testes de vocabulário (habilidades verbais) em comparação a performance de jovens nos mesmos testes.

Em idosos considerados saudáveis, a reserva cognitiva esta associada com o maior tamanho do cérebro e com o bom desempenho durante tarefas cognitivas mesmo que em neuroimagem funcional evidencie-se pouca atividade e metabolismo. Na pesquisa de Solé-Padullés et al (2009) foram observadas correlações positivas entre ocupação e nível educacional e o volume do cérebro, refletindo em maior reserva cognitiva. Em oposição, Coffey et al. (1999) sugeriu em seu estudo que idosos saudáveis com alta escolaridade apresentavam maior atrofia cerebral. Para estes estudos variáveis como uso de substância (álcool e fumo), atividade física, alimentação, sono e o tipo de ocupação durante a vida devem ser considerados.

Por isso, o desempenho cognitivo é uma característica individual. Podem existir similaridades de performance cognitiva entre indivíduos, mas deve-se considerar a história de vida e forma que

utilizam-se estratégias compensatórias para adaptação ao ambiente (Grön, et al, 2003; Reuter-Lorenz & Lustig, 2005; Solé-Padullés, et al 2009; Ba"Çkman, et al, 2006).

4.3 Modelo Neurovisceral

Na década de 90 intensificaram-se as investigações acerca do nervo vagal (atividade parassimpática) e respostas cardíacas (variabilidade da frequência cardíaca) para análise do funcionamento do SNA e sua relação com o SNC. Neste período Julian Thayer (Friedman, & Thayer, 1998; Friedman, 2007) formulou o modelo neurovisceral, que envolve a relação entre ativação vagal (parassimpática) e regulação do sistema autônomo diante respostas ambientais, incorporando características como controle inibitório (abrangendo memória de trabalho e atenção) e perseveração, em nível de córtex pré frontal. Sugere-se que a ativação vagal se relaciona com respostas cardíacas (com ativação parassimpática) e cognitivas saudáveis (funções executivas preservadas), refletindo no ativo comportamento de autorregulação e adaptação. Em comparação, a diminuição de atividade vagal indica vulnerabilidade ao estresse, ansiedade e declínio do funcionamento executivo, com pouca regulação autonômica, diminuição de VFC e negativa adaptabilidade ambiental (Hagemann, Waldstein & Thayer, 2003; Fridman, 2007; Friedman & Thayer, 1998).

Nesta relação, autores (Thayer & Lane, 2009; Thayer, et al 2009) atrelam a variabilidade da frequência cardíaca a características de desempenho cognitivo do indivíduo. Ou seja, sugerem que quanto maior a ativação vagal (parassimpática) melhores serão as respostas cognitivas relacionadas a funções executivas, pois ocorre melhor adaptação do organismo diante estímulos ambientais. Por outro lado, se o nervo vagal mostra-se em disfunção, acentua-se a atividade simpática e diminui ativação parassimpática, com desregulação autonômica e respostas menos eficazes de tomada de decisão, flexibilidade cognitiva, controle inibitório, memória de trabalho, atenção, planejamento e organização. Este modelo fundamenta os itens seguintes deste referencial teórico, com a discussão da relação: VFC, nervo vagal e córtex pré frontal.

4.3.1 Regulação autonômica: Variabilidade da Frequência cardíaca e envelhecimento

Os processos cognitivos e estruturas cerebrais relacionadas ao córtex pré frontal, que geralmente apresentam declínio no envelhecimento, como capacidade de controle inibitório abrangendo atenção e memória de trabalho, desenvolvem relação com o sistema nervoso autônomo e podem demonstra-se em disfunção. Segundo o modelo neurovisceral, o SNC e SNA compartilham estruturas que diminuem atividade no envelhecimento, como formação límbica, córtex cingulado anterior, tronco cerebral, córtex frontal e hipotálamo (O'Connell , et al, 2008; Thayer, et al 2009).

Além disso, o SNA envolve a regulação de aspectos emocionais de ansiedade e estresse, caracterizando a resposta de luta e fuga do organismo diante determinado estímulo. Ocorre neste fenômeno o aumento da atividade do ramo simpático e diminuição parassimpática (do nervo vago), tendo em vista a busca de soluções para selecionar condutas adequadas de maneira rápida e vigorosa, com o envolvimento de aspectos fisiológicos, cognitivos e comportamentais. O hipotálamo é envolvido neste processo, e estimula a secreção do hormônio adrenocorticotrófico, que por sua vez libera o cortisol pelas adrenais (eixo hipotálamo-hipófise-adrenal). Níveis cronicamente elevados de cortisol podem modificar a estrutura e função hipocampal e pré frontal, produzindo alterações de memória e cognição (Friedman, 2007)

O estresse pode diminuir ou exacerbar o processo de envelhecimento, ou o envelhecimento pode intensificar os efeitos do estresse, influenciando em modulação cognitiva e sugerindo aumento de atividade simpática e diminuição parassimpática (Pardon, 2007; Cowen, 2009). Estes processos emocionais, segundo Hagemann, Waldstein, Thayer (2003), as respostas cognitivas, fisiológicas, afetivas e comportamentais, são influenciadas, envolvendo as regiões corticais: frontal (córtex cingulado anterior), temporal, e parietal; e subcorticais: gânglio basal, tálamo, amígdala e hipocampo.

O principal neurotransmissor simpático pré ganglionar e parassimpático, a acetilcolina, do sistema nervoso autônomo podem também estar alteradas, refletindo em diminuição de modulação parassimpática e aumento de atividade simpática. Os receptores acetilcolinérgicos no corpo estriado, a enzima acetilcolina-transferase, responsável pela síntese da acetilcolina no córtex cerebral, corpo estriado e hipocampo também diminuem tanto em idosos saudáveis

quanto em idosos com algum tipo de doença, o que dificulta por esta perspectiva a diferenciação entre envelhecimento normal e patológico. A dopamina diminui a densidade de receptores e níveis dopaminérgicos. Segundo Kaasinen e Rinne (2002) o declínio da densidade do transportador de dopamina pode ser observado em 3–10 % por década de vida em indivíduos saudáveis, ou seja, sem doenças psiquiátricas e neurológicas, correlacionando-se com a diminuição de desempenho cognitivo (Cardoso, et al, 2007; Kaasinen & Rinne, 2002). Estas modificações interferem no funcionamento do sistema autônomo e na habilidade de tomada de decisão e flexibilidade cognitiva.

Com um indicativo do funcionamento autônomo tem-se a Variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Pouca VFC sugere maior ativação simpática e pouca modulação parassimpática; enquanto que muita VFC é observada em condições de saúde e cognição preservada (modulação parassimpática e simpática adequada). Em idosos, a maior tendência é a diminuição da variabilidade da frequência cardíaca em comparação a jovens. Isso infere disfunção de regulação autonômica, em especial no nervo vago. Esta característica reflete ainda no aumento de tendência ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas. Em contraste, idosos que realizam atividade física influenciam de maneira positiva na manutenção da saúde, aumentando modulação vago, ou seja, estimulando a atividade parassimpática e regulação positiva do SNA (Meersman & Stein, 2007).

4.3.2 Regulação autonômica: Variabilidade da Frequência Cardíaca e Cognição

O SNA e cardiovascular estão relacionados ao córtex cingulado anterior (CCA) por meio do córtex órbito frontal e córtex insular. A modulação simpática e parassimpática do SNA também recebe influencia desta região e da variabilidade da frequência cardíaca, para a adaptação ao ambiente em estímulos emocionais e cognitivos. Ressalta-se que o córtex cingulado anterior é uma região do córtex pré frontal medial, subdivido em córtex cingulado anterior dorsal (CCAd- responsável por mediar processos de controle inibitório, erro e acerto cognitivo) e córtex cingulado anterior ventral (CCAv- ligado a integração da informação emocional) (Matthews, et al, 2004; Thayer, et al 2009; Kubota, et al 2001).

Como exemplo, a tarefa do teste de Stroop requer que o indivíduo leia o nome das cores sem confundir-se com as cores que

estão amostra, envolvendo estímulos congruentes e incongruentes, flexibilidade cognitiva, conflito e tomada de decisão, com habilidades executivas de memória de trabalho, atenção e controle inibitório. O córtex cingulado anterior atua como mediador neste processo, relacionando as funções executivas e o SNA. A hipótese é que o SNA auxilia na regulação do córtex cingulado anterior para a execução de atividades relacionadas a flexibilidade mental e controle inibitório, que requerem atenção e memória de trabalho (Matthews, et al, 2004; Thayer, et al 2009).

O estudo de Matthews, et al (2004) mensurou o desempenho em tarefa de Stroop durante ressonância magnética funcional (fMRI), com registro simultâneo da VFC em 18 indivíduos de 27 a 56 anos (média foi de 39 anos de idade). Os resultados mostraram compatibilidade entre a performance na tarefa de Stroop observada no fMRI e na VFC. Assim, observou-se no fMRI ativação do CCA durante relações de estímulos incongruentes para congruentes. A resposta inibitória do estímulo incongruente foi observada no córtex cingulado anterior dorsal esquerdo. A interação entre velocidade de repostas em estímulos congruentes ocorreu principalmente no córtex cingulado anterior ventral esquerdo, correlacionando-se com HF (high frequency) da VFC ($P < 0.02$ para estímulo congruente e $P < 0.003$ para incongruente), representando a modulação parassimpática do CCAv. Os autores sugeriram que as subdivisões do CCA estão relacionadas com os processos cognitivos que requerem controle inibitório (memória de trabalho e atenção), com modulação parassimpática quando esta estrutura é acionada. Este estudo não verificou, contudo, as diferenças entre VFC, fMRI e idade cronológica.

Na pesquisa de Milham et al (2002), o foco direcionou-se a comparação da performance na tarefa de Stroop durante ressonância magnética funcional (fMRI) em jovens e idosos saudáveis, com objetivo de investigar as diferenças decorrentes da idade cronológica sobre a ativação cerebral. Observou-se que os jovens desenvolveram maior ativação cerebral em tarefa de Stroop em regiões como o giro frontal medial esquerdo, lobo parietal superior e córtex cingulado anterior em comparação aos idosos. Por outro lado, o grupo de idosos apresentaram melhores ativações no giro frontal bilateral inferior durante a mesma atividade. Neste estudo, idosos apresentaram dificuldade de controle inibitório e tomada de decisão diante o estímulo cognitivo, mas não foi mostrada diferença significativa entre a performance de jovens. Do

mesmo modo, os autores mencionam a possibilidade de haver relação com sistema nervoso autônomo e central e córtex cingulado anterior.

Langenecker, Nielson e Rao (2004) realizaram um estudo similar, mensurando durante atividade de Stroop a ativação cerebral por meio de fMRI em 13 idosos e 13 jovens. Foi pago a cada indivíduo \$ 10,00 por hora para motivar a participação. Os participantes eram todos destros, sem sintomas de comprometimento cognitivo e depressão, e a variável escolaridade foi controlada. Os grupos apresentaram ativação cerebral similar durante a tarefa de Stroop, entretanto, os idosos acionaram áreas frontais múltiplas para atingir os objetivos da atividade, incluindo o giro frontal inferior. Os mesmos apresentaram ainda maior número de erros em comparação aos jovens e pouca ativação em córtex cingulado anterior. Foi inferido que a ativação múltipla da região frontal em idosos ocorre na busca de responder adequadamente a estímulos utilizando estratégias compensatórias para a eficiente tomada de decisão.

A tomada de decisão e sua conexão com o SNA é discutida por Ohira et al (2009), que relaciona principalmente o córtex cingulado anterior para a ativação executiva e autonômica. A modulação dos ramos simpático e parassimpático na VFC atuam para a eficiente resposta cognitiva. O estudo sugere que a ativação vagal (parassimpática) e do córtex cingulado anterior correlaciona-se com o bom desempenho em tarefas ligadas ao córtex pré frontal como em tomada de decisão.

Neste mesmo eixo temático, Teixeira (2008) utilizou o registro da VFC para a avaliação dos ramos simpático e parassimpático no controle da frequência cardíaca (FC) em processo de tomada de decisão durante uma partida de xadrez. Foram examinadas 61 jogadas calculadas com auxílio do HRV Analysis Software durante uma partida de xadrez. O autor, utilizou o teste de correlação para a análise da avaliação das jogadas pelo Software Fritz, auto-avaliação das jogadas e nível de esperança experienciado no jogo. Os resultados sugeriram correlação positiva entre VFC e avaliação do Software Fritz e correlação negativa entre FC e avaliação do Software Fritz. O participante demonstrou VFC mais elevada do que o nível de repouso, sinalizando um melhor rendimento nos jogos e eficiência na tomada de decisão. O aumento isolado da FC mostrou-se um indicador para uma tomada de decisão negativa no jogo. Com isso, infere-se que quanto maiores índices de VFC melhor performance em funções executivas e tomada de decisão, considerando que os comportamentos cardíacos podem variar de forma

constante e consistente, a ponto de, inclusive, prestar previsibilidade para tomada de decisões.

Para Thayer et al (2009) e Kubota, et al (2001) a relação entre tomada de decisão, córtex pré frontal e SNA atrela-se ao controle inibitório (com atenção e memória de trabalho) e nervo vago (atividade parassimpática). Se correlacionar esta hipótese com o estudo acima citado (Matthews, et al, 2004) é compatível a idéia que a ativação do controle inibitório esta associada com o nervo vago (parassimpático) e aumento da VFC.

Hansen, Johnsen e Thayer (2003) investigaram os efeitos da ativação do nervo vago durante a realização de tarefas executivas e não executivas. Para quantificar esta ativação foi mensurada a VFC e FC em 53 homens de 18 a 34 anos de idade. A linha de base ocorreu durante 5 minutos e posteriormente foi registrada a VFC e FC durante as tarefas cognitivas. Os resultados indicaram que os indivíduos que apresentaram elevada VFC durante a linha de base mantiveram este aumento de VFC e obtiveram melhor performance e acerto de respostas em memória de trabalho e atenção, com maior velocidade de tempo de reação. Os indivíduos que apresentaram pouca VFC na linha de base demonstraram mais erros nas respostas de memória de trabalho, com diminuição de VFC durante o desempenho cognitivo. Nas tarefas não executivas não foram encontradas diferenças na VFC e desempenho cognitivo entre os indivíduos que apresentaram na linha de base elevada VFC e indivíduos que na linha de base tinham pouca VFC. Isso indicou que o nervo vago associa-se especialmente com a ativação de funções executivas.

Baseado no modelo neurovisceral, as alterações da VFC durante performance cognitiva antes e depois de atividade física foram investigadas por Luft, Takase e Darby (2009), em um estudo realizado no Brasil. Foram avaliados 30 atletas jovens, 23 homens e 07 mulheres, com o instrumento computadorizado Cogstate, em tarefas executivas e não executivas como: tempo de reação (simples e de escolha); memória de trabalho; memória de curto prazo; e atenção. Os resultados mostraram diferenças na VFC durante tarefas executivas e durante não executivas, com significativo aumento de atividade simpática após atividade física. Verificou-se que a VFC e desempenho cognitivo modifica-se após intensa realização de atividade física, sugerindo que a fadiga pode influenciar neste resultado. De tal modo, foi observada diminuição de modulação parassimpática e de atividade do nervo vago após realização de exercícios.

No que se refere a VFC durante desempenho cognitivo no envelhecimento, não foram encontrados estudos. Para isso, foi realizada uma busca com as palavras “HRV and cognition”, “HRV during cognition” e “HRV and aging” na data 10/10/2009, na base de dados Science Direct. Para a seleção de artigos foi realizada a pesquisa avançada, limitando as palavras de busca ao resumo ou palavra-chave ou título, que apresentassem como público alvo adultos e/ou idosos. Foram encontrados 33 documentos, mas nenhum destes relacionavam a VFC durante desempenho cognitivo no processo de envelhecimento, apenas em estado de repouso. Em repouso, a VFC diminui gradualmente com o avanço da idade. Entretanto, não se sabe o impacto da atividade cognitiva durante a mensuração da VFC. O que se pode inferir é que o envelhecimento geralmente envolve declínio de atividade em região pré frontal e córtex cingulado anterior (funções executivas), e assim, em controle inibitório e SNA. A partir disso, pode-se sugerir que idosos desenvolvem declínio em flexibilidade cognitiva, atenção e memória de trabalho, e relaciona-se com diminuição da VFC nestas atividades, com pouca ativação vagal (Thayer, et al 2009).

5. MÉTODO

Segundo Kantowitz, Roediger, Elmes (2006) o método envolve concepções teóricas e científicas da realidade, incluindo a visão do pesquisador diante fenômenos a serem investigados e a descrição detalhada das operações que serão executadas durante o estudo. Neste sentido, este item apresenta o desenvolvimento de um conjunto de técnicas de pesquisa, limitações e direções teóricas, na busca do delineamento de estratégias para alcançar os objetivos propostos. O estudo intitulado: “Variabilidade da Frequência cardíaca durante desempenho cognitivo: diferenças entre adultos e idosos” fez parte do Laboratório de Neurociência do Esporte e Exercício e Educação Cerebral (LANESPE/LEC), da Universidade Federal de Santa Catarina/ Florianópolis.

5.1 Caracterização da Pesquisa

Este estudo assemelhou-se a um projeto de pesquisa relacional do tipo correlacional que buscou determinar como duas ou mais variáveis se relacionam entre si, sem manipulação direta das mesmas, caracterizando o chamado *ex post facto* (“após o fato”) (Kantowitz, Roediger, Elmes, 2006, p. 36). Este método permite a realização de predições determinadas pelo grau e direção de uma relação, mas sem conclusões de que um determinado fator produz ou causa o outro, relevando a existência de fatores que variam simultaneamente com o de interesse (Kantowitz, Roediger, Elmes, 2006). Para Gazzaniga e Heatherton (2005), o tipo correlacional de pesquisa em Psicologia possibilita informações importantes diante a natural relação entre variáveis e permitindo inferir fenômenos psicológicos.

Para isso, abrangeu a intersecção entre áreas como a Neuropsicologia e Fisiologia, na interface com o modelo neurovisceral (Thayer & Ruiz-Padial, 2006; Luft, Takase & Darby, 2009; Thayer & Lane, 2009; Cameron, 2009), considerando a relação entre o nervo vago, caracterizado pela atividade parassimpática, e a modulação da performance de atividades executivas, referindo a possível influência autonômica e cardíaca no córtex pré-frontal e flexibilidade cognitiva. Esta pesquisa buscou, portanto, a investigação da regulação do Sistema Nervoso Autônomo avaliada pela Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) durante desempenho em tarefas executivas e não executivas, em diferentes faixas etárias.

A variável idade caracterizada uma variável do sujeito, é neste estudo útil para investigar os prováveis efeitos do processo de envelhecimento na modulação autonômica durante desempenho cognitivo, possibilitando uma forma de categorizar e comparar distintas manifestações do fenômeno. Possibilitou a identificação de alterações da variável dependendo a partir de variações de uma variável do sujeito, representando um delineamento transversal de método correlacional. Outras pesquisas na área de envelhecimento cerebral (Wood, et al, 2002; Bergerbest, et al, 2009; Meunier, et al, 2009; Ricciardi, et al, 2009; Langenecker, Nielson & Rao, 2004; Kennedy & Raz, 2009) também utilizaram este mesmo delineamento.

Contudo, são observadas limitações relacionadas ao efeito de corte: falhas na comparação de indivíduos com outros indivíduos de idades diferentes (Kantowitz, Roediger & Elmes, 2006; Salthouse, 2009). Ou seja, a comparação que será realizada nesta pesquisa, com adultos de 31 a 45 anos de idade, 46 a 60 anos de idade e idosos de 61 a 75 anos de idade apresentam o efeito do corte representada por meio das variáveis intervenientes, não controladas, como: cultura, motivação, modo de criação durante a infância e adolescência, crenças e valores; que se diferem de acordo com cada idade e podem estar interferindo no tipo de estratégia e adaptação cognitiva do indivíduo.

Por outro lado, as variáveis que foram controladas auxiliaram no rigor da pesquisa e referem-se aos critérios de seleção da amostra e itens da ficha de dados (Apêndice 01), que para Kantowitz, Roediger & Elmes (2006) mantém-se como constante durante a pesquisa e coleta de dados. Segundo alguns autores, (Mazo, 2003; Hamdan & Bueno, 2005; Cargin, et al 2006; Wood, et al 2002; Valentini, Parati, 2009; Toledo, 2007; Luft, Takase, Darby, 2009) os principais fatores que podem interferir na Variabilidade da Frequência Cardíaca e cognição são: idade e sexo dos participantes; peso e altura; dominância manual; sono; uso de medicamentos para hipertensão, doenças cardiovasculares, ansiedade e depressão (drogas psiquiátricas em geral); doenças neurológicas e psiquiátricas; doença de chagas; uso de substâncias; estado de humor e fatores emocionais; atividade física e intelectual; escolaridade. Por isso, estas características enquadraram-se como variáveis de controle para diminuir a interferência no efeito da variável dependente.

As variáveis dependentes foram a Variabilidade da Frequência Cardíaca e o desempenho cognitivo. Caracterizaram-se na VFC pelos indicadores: SDNN, pNN50, rMSSD, LF, HF, LF/HF, SD1, SD2, D2; e no teste Cogstate: TRS=tempo de reação simples; TRE=tempo de reação

de escolha; MT=memória de trabalho; MCP=memória de curto prazo; AS=atenção sustentada; e TRSfinal=tempo de reação simples final. Estas variáveis representaram a reação do indivíduo diante o estímulo do ambiente, que pode ser mensurada e registrada, envolvendo o fenômeno de investigação de uma pesquisa (Kantowitz, Roediger & Elmes, 2006).

5.2 Participantes

Os participantes da pesquisa foram selecionados de forma não probabilística e por acessibilidade ou conveniência (Coolican, 2004), selecionados intencionalmente os adultos de 31 a 45 anos de idade, 46 a 60 anos de idade e idosos de 61 a 75 anos de idade, segundo a classificação gerontológica da Organização Mundial de Saúde (OMS) para os países em desenvolvimento (OMS, 2005; Pascoal, Santos, Broek, 2006). A participação de adultos de idade intermediária e de idosos em estudos comparativos é crucial para que declínios significativos possam ser sejam situados cronologicamente (Fonseca, et al 2007). Os seguintes critérios foram adotados:

- Todos os indivíduos foram considerados saudáveis e incluídos no estudo se ausentes de doenças neurológicas e psiquiátricas diagnosticadas até o momento da coleta e sem uso contínuo de medicamentos psiquiátricos (como para depressão e ansiedade), anti-hipertensivos e drogas cardiovasculares, pois pode modificar a VFC e estados cognitivos (Duarte, et al 2006; Hamdan & Bueno, 2005; Cargin, et al 2006; Kennedy & Raz, 2009; Tonkin, 2009).
- Foram excluídos participantes com relato de sorologia positiva a doença de Chagas e/ou demais anormalidades neurológicas; e que apresentarem sintomas de demência ou comprometimento cognitivo leve na avaliação do Mini-Exame do Estado Mental (Brucki et al, 2003; Lourenço, Veras, 2006). Segundo alguns estudos (Vanderlei, et al, 2008; Ryan, 2009; Birkhofer, Schmidt & Förstl, 2005; Paschoal, et al 2006; Pantoni, et al, 2007; Oliveira, et al, 2006; Kennedy & Raz, 2009) estas condições clínicas podem estar alterando respostas cardíacas e em alguns casos também são capazes de interferir no funcionamento

cognitivo, o que pode, para esta pesquisa, ofuscar os reais dados a que se objetiva coletar e analisar.

- Participantes com déficit visual ou auditivo não-corrigido foram excluídos, pois tais características podem prejudicar na execução dos testes deste estudo (Lezak, et al, 2004; Ramdan & Bueno, 2005).
- Em decorrência do instrumento Cognitivo Computadorizado Cogstate não limitar a escolaridade dos avaliados, foram incluídos participantes independente da escolaridade. Entretanto, esta foi controlada na ficha de dados por meio de anos de estudo, considerando que o nível de instrução escolar pode influenciar em componentes cognitivos, atuando sobre o desempenho em testes neuropsicológicos. Sugere-se que pessoas com alto grau de escolaridade tendem melhores performances em tarefas cognitivas, contudo é relevante considerar a história de vida do indivíduo e seus hábitos (Toledo, 2007; Lezak, et al, 2004; Luft, 2007);
- O uso freqüente de álcool e fumo podem interferir no funcionamento do Sistema Nervoso Autônomo e Central. Fumantes foram excluídos, ou que interromperam este hábito há pelo menos seis meses (Toledo, 2007; Paschoal, et al, 2006; Kennedy & Raz, 2009).
- A participação foi ser inteiramente voluntária e somente com concordância do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 02), conforme a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

É pertinente mencionar que em virtude da escolha destes critérios de inclusão e exclusão de participantes foi observada limitação e dificuldade para encontrar voluntários para a pesquisa, principalmente para o grupo de idosos. Por isso optou-se por padronizar o convite a adultos e idosos e incluir apenas aqueles que estejam inseridos em programas de atividade física. Isso se justifica pelo fato da dificuldade de encontrar idosos sedentários sem uso de medicamentos para depressão, ansiedade, hipertensão e doenças cardiovasculares; e por

outro lado o número elevado de adultos sedentários. Assim, a seleção de participantes ocorreu por meio de convite verbal nos grupos de extensão de atividade física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Estadual de Santa Catarina (UDESC) e instituições particulares; e por meio de divulgação de cartazes na UFSC. Ao total foram contactados 46 grupos de programas de atividade física, que em média apresentaram de 15 a 25 indivíduos presentes no momento do convite. Foram ainda excluídos 08 indivíduos devido ao uso de medicamentos para hipertensão ou depressão ou ansiedade no momento da coleta. Os dados demográficos dos participantes estão descritos no item 6.1 deste trabalho (Caracterização dos Participantes).

Em relação ao número de participantes, o cálculo amostral não foi realizado considerando que: (1) não se conhece o tamanho do efeito esperado; (2) limitação de N do grupo dos idosos sem uso de medicamentos específicos já citados - teve que ser viável; (3) não se conhece a Variabilidade da Frequência Cardíaca durante tarefas executivas e não executivas na condição dos participantes (Barbetta, 2002; Coolican, 2004).

Assim, foram organizados três grupos: 15 participantes de 31-45 anos; 15 participantes de 46-60 anos; 15 participantes de 61-76 anos; categorizados por idade (Pascoal, Santos, Broek, 2006) considerando a fase que o cérebro intensifica as mudanças metabólicas, fisiológicas, hormonais, funcionais e cognitivas do envelhecimento. O Quadro 01 apresenta em síntese e de forma didática, os critérios de escolha de participantes para esta pesquisa, o número total da amostra, idade e sexo:

Quadro 01: Critérios de escolha de participantes

45 Participantes: Variabilidade da Frequência Cardíaca durante desempenho cognitivo: diferenças entre adultos e idosos		
15 Adultos 31-45 anos	15 Adultos 46-60 anos	15 Idosos 61-76 anos
Exclusão:		
(1) Sorologia positiva a doença de Chagas; (2) Presença de doenças neurológicas e psiquiátricas; (3) Sintomas de demência ou comprometimento cognitivo leve; (4) Déficit visual ou auditivo não-corrigido; (5) Uso freqüente de fumo ou que interromperam há pelo menos seis meses; (6) Com uso contínuo de medicamentos psiquiátricos, anti-hipertensivos (ou para pressão baixa) e drogas cardiovasculares;		
Inclusão:		
(1) Sem uso contínuo de medicamentos psiquiátricos, anti-hipertensivos e drogas cardiovasculares; (2) Ausentes de doenças psiquiátricas e neurológicas; (3) Qualquer nível de escolaridade; (4) Sem uso freqüente de fumo ou que interromperam a mais de seis meses; (5) Inseridos em algum programa de atividade física; (6) Concordância do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.		

5.3 Instrumentos

5.3.1 Escala de Sonolência de Epworth (ESS)

A verificação da propensão ao sono foi realizada por meio da Escala de Sonolência de Epworth (ESS) (Anexo 01) para controle de variáveis da amostra considerando que os indivíduos que apresentarem escore igual ou superior a 11, sugere sonolência diurna excessiva (SED) e pode interferir na forma de análise dos resultados e discussão deste trabalho.

A ESS envolve 08 questões em uma escala de 0 a 3 quanto a tendência a adormecer. Os itens se relacionam a situações do cotidiano, correlacionados com a latência do sono durante o dia e a noite. O resultado do instrumento auxilia na distinção de sujeitos com diferentes níveis de sonolência (Bertolazi, 2008; Gus, et al, 2002; Luft, 2007; Johns, 1992).

Bertolazi (2008) realizou a validação da Escala de Sonolência de Epworth para o português do Brasil, com as etapas como: tradução, retrotradução, comparação da tradução e retrotradução por um grupo de especialistas, aplicação em bilíngües; e aplicou em indivíduos de 18 a 65 anos, que apresentavam o diagnóstico clínico de ronco, insônia psicofisiológica ou idiopática ou síndrome da apnéia-hipopnéia obstrutiva do sono e em um grupo controle. A escala apresentou coeficiente de confiabilidade (α de Cronbach) de 0,83, o que inferi consistência interna.

5.3.2 Escala de Humor de Brunel (Brums)

A escala de Humor de Brunel (Brums) (Anexo 02) foi utilizada no controle da variável do estado de humor do participante no momento da coleta de dados. Refere-se a um instrumento que foi realizado com o principal objetivo de mensurar os estados de humor, na detecção de sinais iniciais da síndrome do excesso de treinamento físico em atletas. Entretanto, sua utilização não se restringe a atletas ou indivíduos que realizam atividade física e mostra-se apropriada a públicos de todas as idades que necessitam a investigação de estados de humor, no controle sinais de estresse em programas de reabilitação e na facilitação da coleta de dados em ambiente de pesquisa (Rohlf, et al, 2008).

A adaptação e validação ao português (Brasil) foi realizada do “Profile of Mood States” e envolveu o método tradução-tradução reversa, verificando sensibilidade e consistência do resultado ao ser aplicado, com correlações entre o grau em que cada variável esta relacionada. Contém 24 indicadores de humor perceptíveis pelo indivíduo, categorizados em uma escala de 05 pontos (de 0 = nada a 4 = extremamente), com soma das respostas variando de 0-16, que envolvem: raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor. A pergunta é colocada da seguinte maneira: “Como você se sente agora?”; e o tempo de aplicação é em média de dois minutos (Rohlf, et al, 2008).

5.3.3 Questionário de Classificação Sócio Econômico – Brasil 2008

Para caracterizar a população desta pesquisa quanto ao nível sócio econômico foi utilizado o Questionário de Classificação Sócio Econômico (Brasil, 2008) (Anexo 03). Este instrumento investiga bens/ objetos que o participante apresenta na residência a fim de caracterizar de acordo com a escolaridade, a renda mensal familiar.

5.3.4 Mini-Exame do Estado Mental (MEEM)

O MEEM (Folstein, Folstein & Mchugh, 1975) é utilizado internacionalmente em clínica e pesquisa para o rastreamento cognitivo, especialmente na investigação de demência ou comprometimento cognitivo, em indivíduos adultos e idosos. No Brasil, o resultado da tradução e validação deste instrumento mostrou grau de confiabilidade de 0,85, observando-se boa consistência interna e confiabilidade teste-reteste (Bertolucci, et al., 1994; Brucki, et al, 2003). O mesmo, compõe-se de 11 questões tipicamente agrupadas em 7 categorias, com o objetivo de mensurar funções cognitivas específicas, como: orientação espacial e temporal (habilidades viso-espaciais); memória imediata; atenção e cálculo (memória de trabalho); evocação (memória de curto prazo); e linguagem. O escore pode variar de um mínimo de 0 até um total máximo de 30 pontos, com duração de aplicação entre 5 a 10 minutos, sendo possível o uso de todos os profissionais da área da saúde (Brucki et al, 2003; Lourenço & Veras, 2006; Folstein, Folstein & Mchugh, 1975).

No estudo de Brucki et al (2003), sugere-se normas de aplicação do MEEM a partir de uma padronização de aplicação em 433 indivíduos. Foram consideradas às variáveis demográficas e escolaridade, sendo esta a principal característica que influenciou na performance no teste. Os escores medianos por escolaridade foram: 20 para analfabetos; 25 para 1 a 4 anos de estudo; 26,5 para 5 a 8 anos de estudo; 28 para 9 a 11 anos de estudo e 29 para indivíduos com mais de 11 anos de estudo.

Estes resultados foram a base de ponto de corte para os participantes, sendo excluídos aqueles que de acordo com o nível de escolaridade apresentarem escore abaixo da média considerada, sugerindo possível comprometimento cognitivo (Anexo 04).

5.3.5 Inventário de Dominância Manual (Handedness Inventory)

O inventário abreviado para avaliação de dominância manual de Edimburgo (Edinburgh Handedness Inventory) desenvolvido por Oldfield (1971) foi adaptado e traduzido ao português brasileiro por Brito, et al (1989), obtendo índice de consistência e fidedignidade para a população brasileira. Atualmente é utilizado em pesquisas do Brasil e exterior (Langenecker, Nielson & Rao, 2004; Robinson, et al 2007; Briggs & Nebes, 1975; Kennedy & Raz, 2009; Duschek, et al 2009; Pawlowski, 2007) para investigar a preferência lateral de indivíduos com ou sem comprometimento cognitivo.

O instrumento abrange dez tarefas motoras para realização de um questionário com a pergunta “Qual a sua preferência no uso das mãos nas atividades?”: escrever; desenhar; lançar/ atirar algo; utilizar uma tesoura; escovar os dentes; utilizar uma faca (sem o garfo), por ex. para cortar um barbante; comer com uma colher; varrer (qual mão fica por cima no cabo da vassoura?); acender um fósforo (qual mão segura o fósforo?); e abrir a tampa de uma caixa. Se a preferência for caracterizada como forte (nunca tentaria usar a outra mão, apenas se forçado) marcar 2 pontos. Se uso for realmente indiferente, assinalar 1 ponto. O escore maior indica a preferência manual: destro, canhoto ou ambidestro (Pawlowski, 2007; Brito, et al, 1989).

5.3.6 Instrumento Computadorizado de Avaliação Cognitiva: Cogstate

Os testes são instrumentos objetivos e padronizados capazes de investigar a expressão do nível intelectual; lesões ou de transtornos neurológicos do SNC; a expressão das diversas funções cognitivas; um diagnóstico diferencial; a classificação do rendimento e dos recursos obtidos; e a avaliação na investigação científica como instrumentos. A coleta de informações do participante investigado pode auxiliar na compreensão da doença, fornecendo dados do cotidiano do paciente e da história clínica (Mäder, 2001; Alchieri, 2003; Burin, Drake & Harris 2007; Lezak, et Al, 2004).

Para a avaliação neuropsicológica, foi administrado em todos os participantes incluídos nesta pesquisa um instrumento breve computadorizado: Cogstate “*CogState Battery*”; com duas aplicações da bateria, com duração de 10 minutos cada. Segundo Collie et al (2003), Collie et al (2007) sugere-se que seja aplicado o Cogstate duas vezes: a primeira considera-se o treino; e a segunda, é a avaliação, possibilitando

estabilidade dos resultados, com diminuição dos efeitos da aprendizagem, intensificando confiabilidade das avaliações. O intervalo de aplicação entre o treino e entre a avaliação foi de 05 minutos. A VFC foi mensurada apenas na avaliação.

Os subtestes da bateria foram da configuração original, validada internacionalmente, abrangendo testes simples que mensuram as aptidões cognitivas: tempo de reação (simples e de escolha); memória de trabalho e memória de curta duração; e atenção concentrada. As tarefas foram: tarefa de tempo de reação simples (velocidade de resposta); tarefa de tempo de reação de escolha (tomada de decisão); tarefa “volta-uma” (memória de trabalho); tarefa aprendizagem de “uma-carta” (memória de curto prazo); e tarefa de monitoração (atenção concentrada). Em cada subteste irá ocorrer: feedback auditivo, sendo que ao errar, antecipar ou adiar a resposta é apresentado um ruído, similar a uma buzina; avaliação do tempo de reação (TR ou velocidade psicomotora) apresentado em milisegundos (ms) e também em valor transformado com logaritmo de base 10; e avaliação da acurácia das respostas, apresentada em forma de percentual de acertos, obtida pelo número de respostas corretas positivas e negativas dividido pelo número total de tentativas realizadas (Luft, 2007; Cysique, et al 2006).

O teste Cogstate é um instrumento validado para adultos e idosos, sendo utilizado internacionalmente. Caracteriza-se em avaliar tarefas cognitivas, executivas e não executivas, por meio de cartas de um baralho, com operações não verbais e linguísticas. Por isso, o mesmo não exige adaptação a língua portuguesa (Brasil), apenas tradução das orientações de execução do teste. No Brasil a tradução foi realizada por Luft (2007). Os índices de validade dos subtestes da bateria variam de 0,76 a 0,89 (Collie et al, 2003) e possibilita a mensuração do efeito de aprendizagem de idosos em curto espaço de tempo (Collie et al 2007; Cysique et al 2006).

Para Cargin et al (2006) o Instrumento computadorizado Cogstate é sensível para investigar o desempenho neuropsicológico em idosos com e sem no comprometimento cognitivo. Os autores, observaram diferenças estatísticas na performance cognitiva entre os idosos com comprometimento cognitivo leve e idosos considerados saudáveis, sugerindo sensibilidade para a detecção de déficits cognitivos com o instrumento Cogstate, possibilitando a detecção pré demência.

A pesquisa de Luft (2007) utilizou este instrumento para investigar as relações entre estresse, depressão, desempenho cognitivo e prática de atividade física em 80 idosos residentes na cidade de

Florianópolis/SC. As participantes se caracterizavam como praticantes, intermediárias e não praticantes de atividade física. O teste computadorizado Cogstate foi utilizado para mensurar a performance cognitiva. Os resultados não mostraram diferença significativa no estresse, depressão e desempenho cognitivo das idosas praticantes, intermediárias e não praticantes de atividade física. Com isso, Luft (2007) infere que a prática de atividade física isolada não apresenta-se como determinante no estresse, depressão e no desempenho cognitivo das idosas, sendo necessário redirecionar as pesquisas e as ações considerando a história, o contexto e a percepção da população.

5.3.7 Cardiófrequencímetro Polar® modelo S810i

O cardiófrequencímetro Polar®, modelo S810i é um monitor de frequências cardíacas sensível à atividade elétrica do coração, que registra, de forma geral, o sinal de maior amplitude o pico R, a frequência cardíaca e variabilidade da frequência cardíaca (VFC), promovendo a mensuração do sistema autônomo (atividade simpática e parassimpática do sistema nervoso autônomo). Pode ser utilizado de forma linear (domínio de tempo, domínio de frequência), não linear (princípio do caos), e em intervalo R-R (Vanderlei, et al, 2008; Kingsley, Lewis, Marson, 2005).

Pesquisas como de Vanderlei, et al (2008), realizada no Brasil, utilizaram o frequencímetro Polar S810i para coletar dados da variabilidade da frequência cardíaca e compararam aos resultados do eletrocardiograma LYNX (modelo Bio EMG 100). O estudo mostrou em estado de repouso e em atividade física os resultados do intervalo R-R, da variabilidade da frequência cardíaca não mostraram diferença significativa entre o frequencímetro Polar S810i e o do eletrocardiograma LYNX (modelo Bio EMG 100) sugerindo satisfatória correlação entre ambos os equipamentos. Outro estudo similar, Gamelin, Berthoin, Bosquet (2006) realizado por pesquisadores da França e Canadá validam a utilização do frequencímetro Polar S810i mostrando compatibilidade entre este instrumento e o electrocardiograma (ECG) (Physiotrace, Estaris, Lille, France). Aguiar, et al (2005) também utilizaram o frequencímetro Polar S810i para o registro dos intervalos R-R de seus participantes.

Para o monitoramento da variabilidade da frequência cardíaca antes e durante atividade cognitiva, foi utilizado 01 monitor da marca Polar® modelo S810i, que registrou os dados em tempo real, on-line por

meio do receptor USB infravermelho e uma cinta torácica. A figura abaixo (Teixeira, 2008) mostra o monitor de pulso, cinta torácica e receptor dos dados do Polar® S810i que foi utilizado:

Figura 02: Polar® S810i



Fonte: Teixeira, 2008.

O equipamento compõe-se dos seguintes itens: (1) uma cinta torácica elástica em que a parte interna contém eletrodos sensíveis aos sinais elétricos produzidos pelo coração e unidade transmissora (capaz de transmitir os dados de frequência cardíaca para o monitor de pulso); (2) monitor de pulso, similar a um relógio, que recebe os sinais e reenvia o sinal recebido para uma (3) interface receptora. Cada participante foi avaliado individualmente com este equipamento.

5.3.8 Ficha de Dados

Este documento (Apêndice 01) foi desenvolvido para agrupar as variáveis de controle, abrangendo as características gerais como:

- Identificação do participante: inclui variáveis como sexo, idade, peso e altura, IMC, estado civil, naturalidade, local que reside, pessoas com que reside, quantidade de anos de estudo formal (sem repetência), ocupação principal durante a vida, ocupação atual, déficit auditivo ou visual não corrigido, contatos.
- Conhecimento sobre computador e cartas: informação importante para a utilização do teste computadorizado Cogstate.
- Doenças e medicamentos: itens sobre a presença de doenças ou distúrbios e utilização contínua de medicamentos.

- Consumo de substâncias: informações do uso de fumo, álcool, café, chá verde.
- Sono: dificuldades para dormir, quantidade de horas (aproximada) que dorme a noite e quantidade de horas que dormiu na noite anterior a coleta de dados.
- Hábitos de atividade física e cognitiva: questões relacionadas a atividade física durante a história de vida, atual; e atividade cognitiva (leitura, escrita, jogos de cartas, palavras cruzada, etc) durante a história de vida e atual.
- Pontuação da aplicação dos instrumentos: Sonolência Diurna; Escala de Humor de Brunel (BRUMS); Mini Exame do Estado Mental; Classificação sócio econômica; dominância manual (Edinburgh Handedness Inventory); Cogstate; Valores VFC.

5.4 Procedimentos para a coleta de dados

A coleta de dados foi desenvolvida em ambiente silencioso, bem iluminado por luzes artificiais, no período matutino para que as alterações relacionadas as variações circadianas da frequência cardíaca sejam minimizadas (Paschoal, et al, 2007). Manteve-se temperatura ambiente durante o registro das informações de todos os participantes, na média de 23°. – 25°. Foi realizado, portanto, um protocolo para o procedimento de coleta de dados, com os seguintes passos:

- (1) **Seleção dos participantes:** os participantes inseridos em programas de atividade física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Estadual de Santa Catarina e instituições particulares da grande Florianópolis foram convidados para a pesquisa pela pesquisadora e profissionais voluntárias (3 psicólogas e 1 terapeuta ocupacional) do Laboratório de Neurociência do Esporte e Exercício e Educação Cerebral (LANESPE/ LEC) de acordo com os critérios de inclusão e exclusão de participantes. O convite foi realizado de forma verbal no início e/ou final do exercício físico, no tempo aproximado de 05 minutos. Neste momento a pesquisadora explicou de forma breve o tema da pesquisa, os critérios de inclusão e exclusão de participantes e a forma da coleta de dados. Os indivíduos que se caracterizaram de acordo com os critérios desta pesquisa e se disponibilizaram a participar marcaram

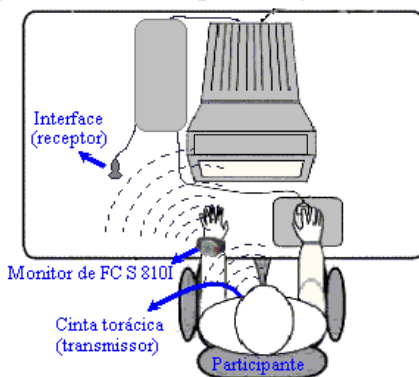
logo após o convite verbal um horário para coleta de dados, sempre no período da manhã, das 8horas as 11:30horas. Além disso, os mesmos cediam o número de telefone para a pesquisadora enviar uma mensagem de texto SMS via celular ou contactar por meio de número de telefone fixo residencial um dia antes da coleta de dados para lembrar e confirmar a participação.

- (2) **Participantes incluídos na pesquisa:** os participantes selecionados para a coleta de dados foram orientados para que na data combinada não realizem diferente do habitual, por pelo menos 24 horas, o uso do café, sal, chá, refrigerante e atividade física, para possibilitar o melhor controle de variáveis cardíacas e cognitivas (Paschoal, et al, 2007; Teixeira, 2008).
- (3) **Coleta de dados – Parte I:** nesta ocasião, foi aguardado que o participante ambiente-se ao local e ao equipamento para que seja avaliado individualmente (Paschoal, et al, 2006; Teixeira, 2008). Primeiramente foi aplicado pelas profissionais voluntárias do Laboratório de Neurociência do Esporte e Exercício e Educação Cerebral (LANESPE/LEC) o (a) Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice 02); (b) ficha de dados (Apêndice 01); (c) critérios de classificação econômica – Brasil 2008 (Anexo 03); (d) Mini Exame do Estado Mental (Anexo 04); (e) Escala de Sonolência de Epworth (ESS) (Anexo 01); (f) avaliação da dominância manual (Edinburgh Handedness Inventory) (Anexo 05); (g) e Escala de Humor de Brunel (Brums) (Anexo 02). Ressalta-se que as profissionais voluntárias foram treinadas para aplicação de todos os instrumentos desta pesquisa. Esta etapa durou 30 minutos.
- (4) **Coleta dos dados - Parte II:** a segunda etapa da coleta de dados foi realizada pela pesquisadora. Foi colocada a cinta torácica no participante para o registro dos batimentos cardíacos com o instrumento Cardiofrequêncímetro Polar®, modelo S810i, em séries de intervalos R-R na posição sentada. Primeiramente foi realizada a coleta da linha de base durante 03 minutos (estado de repouso). Foi indicado

ao participante durante este registro que não se movimente, não converse e nem realize profundas respirações, com orientações para que mantenha sua respiração natural, evitando artefatos (Paschoal, et al, 2006; Teixeira, 2008; Toledo, 2007).

- (5) **Coleta dos dados - Parte III:** a pesquisadora solicitou que o participante permanecesse com a cinta torácica, na posição sentada, para o registro da VFC durante a execução do Instrumento Computadorizado Cogstate, envolvendo tarefas cognitivas executivas e não executivas: tempo de reação (simples e de escolha); memória de trabalho e memória de curto prazo; atenção concentrada; e tempo de reação simples final. O registro da VFC ocorreu durante a parte de avaliação do instrumento Cogstate, na segunda aplicação do teste, possibilitando estabilidade dos resultados. O procedimento: prática do Cogstate + avaliação do Cogstate; teve a duração total de 30 minutos, considerando o intervalo de 3 a 5 minutos entre a prática e avaliação. A figura abaixo mostra como a situação que ocorreu o registro da VFC durante o desempenho no teste Computadorizado Cogstate (treino e avaliação).

Figura 03: Situação para o registro dos dados



Fonte: (Teixeira, 2008).

- (6) **Coleta dos dados - Parte IV:** A duração total da coleta (parte I + parte II + parte II) foi de uma hora. Ao final de todas as avaliações foi comunicado ao participante que surgindo dúvidas poderia entrar em contato com a pesquisadora responsável, agradecendo a participação e esclarecendo eventuais questões que poderiam surgir do indivíduo.
- (7) **Retorno aos participantes:** Foi realizado pela pesquisadora um relatório de retorno aos participantes (Apêndice 3), enviada via email ou correio, de acordo com a preferência do indivíduo. Neste documento foi descrita a presente pesquisa, de forma geral e sintetizada, para a compreensão de todos os participantes envolvidos. Foram também contactados os participantes via telefone para a realização do convite para assistir a banca final de defesa, como solicitado pelos mesmos na fase de coleta de dados.

5.5. Procedimentos para a análise de dados

Os registros realizados pelo cardiofrequencímetro Polar modelo S810i, de cada participante, foram acessados por meio do software Polar Precision Performance. Os artefatos encontrados no registro da VFC foram eliminados por este programa, na opção correção de erros. Em seguida os dados foram exportados individualmente em formato TXT

para o Kubios HRV Analysis Software, que realiza a análise dos indicadores da VFC de cada indivíduo examinado (Niskanen, et al 2002). O Kubios HRV Analyses se refere a um software desenvolvido para analisar por meio de diferentes cálculos matemáticos amostras geradas de freqüencímetros da marca Polar, e utilizado também na pesquisa de Teixeira (2008) (Niskanen, et al 2002). Foram analisadas as variáveis como: rMSSD, SDNN, pNN50 (domínio do tempo); LF, HF, LF/HF (domínio da freqüência); SD1 e SD2 (análise de Poincaré); D2 (análise não linear/ Teoria do Caos) Outros indicadores foram registrados mas não utilizados para análise.

O resultado do desempenho de cada participante no Instrumento computadorizado Cogstate nas tarefas: TRS=tempo de reação simples; TRE=tempo de reação de escolha; MT=memória de trabalho; MCP=memória de curto prazo; AS=atenção sustentada; TRSfinal=tempo de reação simples final - foi lançado a um banco de dados do próprio teste, e extraído para análise.

5.5.1 Análise estatística

Os dados foram organizados e tabulados por meio doSPSS (*Statistical Package for Social Sciences*) versão 17.0. Após a tabulação e conferência do banco de dados, as variáveis do estudo foram analisadas descritivamente, por meio de medidas de tendência central (média, mediana e moda) e variabilidade (desvio-padrão, variação, intervalos de confiança da média, etc.), de acordo com os respectivos níveis de mensuração. Foram buscadas inconsistências nos dados e valores desviantes por meio de gráficos de caixa. A distribuição das variáveis mensuradas em nível intervalar foi analisada por meio de histogramas, e testada por meio do teste de normalidade de kolmogorov-smirnov.

As variáveis do estudo que apresentaram violações na normalidade por apresentarem assimetria positiva foram normalizadas por meio de logaritmo de base 10. A normalização dos dados foi realizada, pois existe um grande número de análises inferenciais a serem feitas, e por isso o uso de estatística multivariada pode reduzir a probabilidade de erros. Dancey e Reidy (2004) apontam que quanto maior o número de testes inferenciais de efeitos simples utilizados, maior a probabilidade de erros de inferência. Por essa razão os testes não paramétricos só foram utilizados quando não houve possibilidade de

normalização de dados, com exceção da comparação entre os grupos nas variáveis de controle (caracterização dos participantes e controle de variáveis), pois nessas comparações considera-se crucial evitar erros estatísticos do tipo II.

As análises estatísticas inferenciais estão descritas a seguir, de acordo com os objetivos específicos do estudo (o primeiro objetivo específico não foi incluído por ser descritivo).

- Comparar o desempenho cognitivo de adultos e idosos de ambos os sexos: Para verificar a diferença no desempenho cognitivo das três faixas etárias investigadas, foi utilizada análise multivariada de co-variância (MANCOVA), tendo como variáveis dependentes os indicadores de desempenho da bateria cognitiva, como variável independente a faixa etária e como variável de controle os anos de estudo, uma vez que esta variável está correlacionada com o desempenho cognitivo. Foi realizado teste de homogeneidade de variância, sendo que quando essa foi violada, os graus de liberdade foram ajustados. As comparações pareadas foram realizadas por meio do teste de post-hoc de Bonferroni. Além disso, foram realizadas análises univariadas por meio de One-Way ANOVA.

- Comparar a VFC de adultos e idosos de ambos os sexos durante a linha de base e durante as tarefas cognitivas: Para atingir a essa objetivo, foi realizada uma análise multivariada de variância (MANOVA) tendo como variáveis dependentes os principais indicadores de VFC e como variável independente a faixa etária (3 faixas etárias). Problemas de multicolinearidade (correlações acima de 0.800) foram evitados retirando selecionando apenas os indicadores que apresentaram correlações moderada, evitando variáveis com correlações acima de 0,800 (nesse caso, escolheu-se as melhores variáveis) ou variáveis não correlacionadas (sem correlação estatisticamente significativa). As variáveis retidas, bem como os critérios de escolha das mesmas estão descritos no texto dos resultados. As comparações pareadas foram feitas por meio do teste de post-hoc de Bonferroni. Os graus de liberdade foram ajustados quando houve quebra de homogeneidade de variância. Foram respeitados os pré-requisitos de normalidade, sendo que algumas variáveis tiveram que ser normalizadas com uma transformada logarítmica de base 10 (aquelas com assimetria positiva). Após realizar esse procedimento, todas as variáveis da VFC apresentaram distribuição normal. Visando facilitar a interpretação,

foram realizadas múltiplas ANOVAS (one-way), uma para cada variável dependente separadamente. Além disso, utilizou-se Post-Hoc de Bonferroni para comparar os grupos etários.

- Comparar as alterações na VFC entre as seis tarefas cognitivas em adultos e idosos de ambos os sexos: para esse objetivo, utilizou-se análise multivariada de variância para medidas repetidas (MANOVA *repeated measures*), sendo consideradas como variáveis dependentes os indicadores de VFC de cada tarefa e como variável independente a faixa etária. O objetivo foi verificar se houve alteração na VFC entre as tarefas (efeito principal) e se também essa alteração foi diferente entre as faixas etárias (efeito interativo). Foram observados os pré-requisitos de esfericidade (medidas repetidas), homogeneidade de variância (grupos etários) e normalidade. Quando não foi observada a esfericidade, utilizou-se o ajuste de Greenhouse-Geisser, da mesma forma que ao quebrar a homogeneidade de variância ajustou-se os graus de liberdade de acordo com Bonferroni. Para facilitar a interpretação, também foi realizada uma análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas para cada variável, seguido pelas respectivas comparações pareadas.

- Correlacionar a VFC em repouso e durante as tarefas com o desempenho cognitivo dos participantes: para verificar a relação da VFC com o desempenho cognitivo, múltiplas correlações lineares de Pearson foram realizadas. Todos os indicadores foram testados em relação à sua relação com o tempo de resposta, acurácia e número de erros em todas as tarefas do CogState.

Todas as análises realizadas utilizaram um intervalo de confiança de 95%, sendo que o alfa foi definido em 0.05.

5.6 Aspectos Éticos

Esta pesquisa foi desenvolvida com base em parâmetros éticos, de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, que exige a anuência por escrito dos participantes do estudo ou pelos representantes legais destes, mediante explicação completa e pormenorizada da natureza da pesquisa e dos possíveis incômodos ou benefícios que podem ocorrer em decorrência da mesma. De tal modo, todos os participantes foram esclarecidos dos objetivos da pesquisa e caráter voluntário e não invasivo com a leitura do termo livre e

esclarecido de consentimento (Apêndice 02). Quando de acordo a este documento, o voluntário assinou o mesmo. O aceite do Comitê de Ética com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC/Florianópolis) foi emitido com o número do processo 556 (FR 309033) na data 14 de dezembro de 2009.

6. RESULTADOS

6.1 Caracterização dos Participantes

Os participantes foram separados por grupos etários, correspondendo a 15 adultos de 31-45 anos (grupo A), 15 adultos de 46-60 anos (grupo B) e 15 idosos de 61-76 anos (grupo C), descritos em relação às características sócio-demográficas (sexo, estado civil, classificação econômica, dominância manual, anos de estudo, situação atual de trabalho, idade, programa de atividade física), bem como às variáveis de controle do estudo (IMC, sonolência diurna, horas de sono que geralmente dorme, horas de sono no dia da coleta, uso contínuo de medicamentos, doenças, utilização do computador, histórico de tabagismo e alcoolismo, estados de humor, atividades cognitivas atuais).

A tabela a seguir (Tabela 1) caracteriza os participantes quanto ao sexo, estado civil, classificação econômica (Brasil, 2008), dominância manual, local do programa de atividade física que o participante estava inserido no período da coleta de dados e situação atual de trabalho.

Variável		31-45 anos (n/%)	46-60 anos (n/%)	61-76 anos (n/%)	Total (n/%)
Sexo	Masculino	4(26.7%)	3(20%)	2(13.3%)	9(20%)
	Feminino	11(73.3%)	12(80%)	13(86.7%)	36(80%)
Estado civil	Casado/a	7(46.7%)	13(86.7%)	9(60%)	29(64.4%)
	Solteiro/a	6(40%)	1(6.7%)	-	7(15.6%)
	Viúvo/a	-	-	4(26.7%)	4(8.9%)
	Divorciado/a	-	1(6.7%)	2(13.3%)	4(8.9%)
	Separado/a	2(13.3%)	-	-	2(4.4%)
Classificação econômica **	A1	1(6.7%)	1(6.7%)	2(13.3%)	4(8.9%)
	A2	7(46.7%)	10(66.7%)	1(6.7%)	18(40%)
	B1	4(26.7%)	2(13.3%)	3(20%)	9(20%)
	B2	2(13.3%)	2(13.3%)	6(40%)	10(22.2%)
	C1	1(6.7%)	-	2(13.3%)	3(6.7%)
	C2	-	-	1(6.7%)	1(2.2%)
Dominância manual	Destro	14(93.3%)	14(93.3%)	15(100%)	43(95.6%)
	Canhoto	1(6.7%)	1(6.7%)	-	2(4.4%)
Local/ programa de atividade física	UFSC	8(53,3%)	10(66.7%)	5(33.3%)	23(51.1%)
	UDESC	2(13.3%)	1(6.7%)	10(66.7%)	13(28.9%)
	Instituição privada	5(33.3%)	4(26.7%)	-	9(20%)
Situação de trabalho	Trabalha	13(86.7%)	7(46.7%)	1(6.7%)	21(46.7%)
	Aposentado	-	3(20%)	12(80%)	15(33.3%)
	Do lar	2(13.3%)	5(33.3%)	-	7(15.6%)
	Aposentado e trabalha	-	-	1(6.7%)	1(2.2%)
	Pensionista	-	-	1(6.7%)	1(2.2%)

Tabela 1. Características Sócio-Demográficas dos participantes.

** diferenças estatisticamente significativas ao nível de $p < 0.01$.

Legenda: Classificação econômica (Brasil-2008)/ renda mensal: A1 (R\$9.733,47); A2 (R\$6.563,73); B1 (R\$3.479,36); B2 (R\$2.012,67); C1 (R\$1.194,53); C2 (R\$726,26).

Nos três grupos etários a maioria dos participantes é sexo feminino, casados/as e com dominância manual direita (destros). No grupo A (31-45 anos) a classificação econômica dos participantes se distribui entre A1 (R\$9.733,47) até C1 (R\$1.194,93). No grupo B (46-60 anos) a classificação econômica dos indivíduos concentrou-se entre a

renda mensal A1 (R\$9.733,47) e B2 (R\$2.012,67), superior ao ser comparada com o grupo C (61-76 anos). De tal modo, ao comparar a renda dos três grupos por meio do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os mesmos ($X^2=7.581$, $p=0.023$). Ao comparar os grupos individualmente (em pares) por meio do teste de Mann-Whitney, observou-se que a diferença na renda encontrada é apenas estatisticamente significativa entre as faixas etárias de 46-60 anos e 61-76 anos ($U=53.00$, $p=0.010$).

O grupo A e o grupo B estão inseridos principalmente nos programas de extensão de atividade física da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), mas ocorreu a presença de indivíduos inseridos em programas da UDESC (Universidade do Estado de Santa Catarina) e de Instituições privadas (como academia). A maioria dos participantes do grupo A e grupo B estavam no momento da coleta em situação ativa de trabalho. O grupo de idosos mostrou-se concentrado em programas de atividade física da UDESC, com alguns participantes inseridos na UFSC e nenhum em instituições privadas; a maioria destes aposentados.

A tabela a seguir (tabela 2) indica as medidas de tendência central e variabilidade da idade, anos de estudo, IMC e sonolência diurna entre grupos.

Tabela 2. Características Sócio-Demográficas e controle de variáveis dos participantes.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos		Total	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
Idade***	39.7 (4.81)	39.00	52.8 (4.55)	53.00	67.13 (4.44)	68.00	53.2 (12.2)	53.00
Anos de estudo***	19.5 (2.99)	19.00	15.3 (3.24)	16.00	12.6 (4.78)	13.00	15.8 (4.65)	16.00
IMC**	22.35 (1.64)	21.87	23.91 (2.82)	23.25	24.89 (2.61)	24.75	23.71 (2.58)	23.51
Sonolênci a Diurna	6.1 (3.47)	6.00	6.73 (4.25)	6.00	6.2 (4.31)	6.00	6.33 (3.95)	6.00

** diferenças estatisticamente significativas ao nível de $p<0.01$.

*** diferenças estatisticamente significativas ao nível de $p<0.001$.

O grau de escolaridade foi mensurado pela quantidade de anos de estudo sem repetência no ensino formal, indicando o grupo de adultos jovens (grupo A, 31-45 anos) com maior escolaridade, seguido pelo grupo B (46-76 anos) e grupo C (61-76 anos) com menor número de anos de estudo. Ao comparar os anos de estudo entre os grupos por meio do teste de Kruskal-Wallis, observaram-se diferenças estatisticamente significativas nos mesmos ($X^2=15.673$, $p<0.001$). Os grupos foram comparados entre si por meio do teste de Mann-Whitney, sendo que foram verificadas diferenças estatisticamente significativas nos anos de estudo entre o grupo A e C ($U=27.00$, $p<0.001$), entre os grupos A e B ($U=42.00$, $p<0.001$); mas não foi observada diferença significativa entre os grupos B e C. ($U=77.5$, $p=0.142$).

Ao comparar os índices de sonolência diurna entre os grupos (Kruskal-Wallis), observou-se que os grupos não se diferem entre si em relação à essa variável ($X^2=0.108$, $p=0.948$). O IMC (índice de massa corporal) do grupo A (31-45 anos) foi o menor de todos os grupos, enquanto que o IMC do grupo de idosos foi o maior. Ao comparar o IMC entre os grupos, foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os mesmos ($X^2=8.67$, $p=0.13$), sendo elas significativas apenas entre os grupos A e C ($U=45.00$, $p=0.004$).

Na tabela 3 são descritas outras variáveis de controle que podem estar relacionadas com a cognição e com a variabilidade cardíaca dos idosos.

Tabela 3. Variáveis de controle dos participantes.

Variável		31-45 anos (n/%)	46-60 anos (n/%)	61-76 anos (n/%)	Total (n/%)
Horas habituais de sono	4-6horas	-	2(13.3%)	1(6.7%)	3(6.7%)
	6-8horas	13(86.7%)	9(60%)	14(93.3%)	36(80%)
	8-10horas	2(13.3%)	4(26.7%)	-	6(13.3%)
Horas de sono no dia da coleta	4-6horas	3(20%)	4(26.7%)	5(33.3%)	12(26.7%)
	6-8horas	10(66.7%)	9(60%)	9(60%)	28(62.2%)
	8-10horas	2(13.3%)	2(13.3%)	1(6.7%)	5(11.1%)
Uso do computador*	Nunca	-	2(13.3%)	9(60%)	11(24.4%)
	Às Vezes	2(13.3%)	4(26.7%)	2(13.3%)	8(17.8%)
	Sempre	13(86.7%)	9(60%)	4(26.7%)	26(57.8%)
Histórico de tabagismo	Não	10(66.7%)	15(100%)	12(80%)	37(82.2%)
	Alguns meses	2(13.3%)	-	-	2(4.4%)
	1-3 anos	-	-	1(6.7%)	1(2.2%)
	6-9 anos	1(6.7%)	-	-	1(2.2%)
	+10 anos	2(13.3%)	-	2(13.3%)	4(8.9%)
Histórico de alcoolismo	Não	15(100%)	15(100%)	15(100%)	45(100%)
Saúde/auto-percepção	Regular	1(6.7%)	1(6.7%)	3(20%)	5(11.1%)
	Boa	14(93.3%)	14(93.3%)	12(80%)	40(88.9%)

*diferenças estatisticamente significativas ao nível de $p < 0.05$

As variáveis de controle expostas na Tabela 3 indicaram que a maioria dos participantes dos três grupos etários geralmente dorme de 6-8 horas e no dia da coleta de dados mantiveram este hábito. Na variável sono não foi observada diferença significativa entre os grupos, tanto nas horas habituais ($Fisher=6.79$, $p=0.082$) quanto nas horas de sono no dia da coleta ($Fisher=1.23$, $p=0.963$). A maioria dos participantes do grupo A (31-45 anos) e grupo B (46-60 anos) relataram que sempre utilizam o computador, enquanto que o grupo C (61-76 anos) caracterizou-se pela maioria dos participantes nunca utilizarem computador. O teste exato de Fisher indicou que essas diferenças no uso do computador entre as faixas etárias são estatisticamente significativas ($Fisher=18.11$,

$p<0.001$). Quanto ao histórico de uso de substâncias a maioria dos participantes dos três grupos relatou que nunca tiveram o hábito de uso de fumo, álcool e outras drogas, e consideraram a saúde atual boa.

A tabela a seguir (Tabela 4) mostra variáveis de controle de mensuração contínua que se referem aos hábitos cognitivos, frequência e histórico de programa de atividade física nos três grupos etários.

Tabela 4. Variáveis de controle dos participantes: hábitos cognitivos atuais.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos		Total	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
Frequência atividade física	3.73 (1.28)	4.00	2.93 (0.80)	3.00	3.53 (1.25)	3.00	3.40 (1.16)	3.00
Histórico atividade física	2.87 (2.42)	3.00	4.00 (2.45)	6.00	4.27 (2.02)	6.00	3.71 (2.33)	4.00
Hábitos de escrita**	5.40 (2.41)	7.00	3.60 (2.82)	3.00	2.13 (2.61)	1.00	3.71 (2.90)	3.00
Hábitos de leitura**	6.40 (1.30)	7.00	4.60 (2.77)	7.00	3.80 (2.91)	3.00	4.93 (2.62)	7.00
Uso de jogos	1.20 (1.86)	1.00	1.07 (1.79)	1.00	1.13 (1.92)	0.00	1.13 (1.82)	0.00

** diferenças estatisticamente significativas ao nível de $p<0.01$

Ao comparar os hábitos atuais de atividade física, leitura, escrita e prática de jogos (xadrez, palavra cruzada, baralho, dominó) entre os grupos (Kruskal-Wallis), observou-se diferenças estatisticamente significativas apenas para a frequência de leitura ($X^2=7.142$, $p=0.028$) e escrita ($X^2=10.350$, $p=0.006$), sendo que os grupos não se diferenciaram em relação à frequência de atividade física ($X^2=3.178$, $p=0.204$) e jogos ($X^2=0.136$, $p=0.934$). Ao comparar os grupos em pares por meio do teste de Mann-Whitney, foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos A e C em relação aos hábitos de leitura ($U=56.00$, $p=0.008$) e escrita ($U=41.50$, $p=0.002$), mas não entre os grupos B e C e entre os grupos de A e B para nenhuma das variáveis.

A tabela a seguir (Tabela 5) indica nove modalidades de programa de atividade física que os participantes estavam inseridos no período de coleta de dados.

Tabela 5. Variáveis de controle dos participantes: modalidade, frequência e tempo inserido no programa de atividade física.

Variável	31-45anos (n/%)	46-60 anos (n/%)	61-76 anos (n/%)	Total (n/%)
Hidroginástica	4(26.7%)	4(26.7%)	5(33.3%)	13(28.9%)
Ginástica	1(6.7%)	2(13.3%)	5(33.3%)	8(17.8%)
Condicionamento físico (natação, corrida e musculação)	3(20%)	4(26.7%)	-	7(15.6%)
Natação	2(13.3%)	1(6.7%)	2(13.3%)	5(11.1%)
Dança	2(13.3%)	1(6.7%)	2(13.3%)	5(11.1%)
Musculação	1(6.7%)	1(6.7%)	1(6.7%)	3(6.7%)
Vôlei	-	2(13.3%)	-	2(4.4%)
Tênis	1(6.7%)	-	-	1(2.2%)
Pilates	1(6.7%)	-	-	1(2.2%)

Um critério de inclusão de participantes para este estudo foi a inserção dos mesmos em algum programa de atividade física com a finalidade de tornar os grupos homogêneos e comparáveis. Assim, a Tabela 5 mostra de forma descritiva as modalidades: hidroginástica, ginástica, condicionamento físico (que incluía atividade de musculação, corrida e natação), natação, dança, musculação, vôlei, tênis e pilates. Tais modalidades são na maioria realizadas de forma grupal e todos os grupos etários se distribuíram nestes programas. No grupo A não foi observado nenhum adulto na modalidade vôlei; no grupo B nenhum adulto na modalidade tênis e pilates; e no grupo C nenhum idoso na modalidade condicionamento físico, vôlei, tênis e pilates, concentrando a maioria em ginástica e hidroginástica.

A Tabela 6 refere-se ao uso contínuo de medicamentos dos participantes, o tipo do medicamento e as doenças por estes relatadas.

Tabela 6. Variáveis de controle dos participantes: medicamentos e doenças atuais.

Variável		31-45 anos (n/%)	46-60 anos (n/%)	61-76 anos (n/%)	Total (n/%)
Uso de medicamentos	Não	14(93.3%)	14(93.3%)	13(86.7%)	41(91.1%)
	Sim	1(6.7%)	1(6.7%)	2(13.3%)	4(8.9%)
Qual medicamento	Atorvastatina cálcica	-	1(6.7%)	-	1(2.2%)
	Sinvastatina	-	-	2(13.3%)	2(4.4%)
	Pílula	1(6.7%)	-	-	1(2.2%)
Doenças	Não	13(86.7%)	10(66.7%)	10(66.7%)	33(73.3%)
	Diabete	-	1(6.7%)	-	1(2.2%)
	Colesterol	2(13.3%)	1(6.7%)	3(20%)	6(13.3%)
	Artrose	-	-	2(13.3%)	2(4.4%)
	Gastrite	-	1(6.7%)	-	1(2.2%)
	Osteocondrose	-	1(6.7%)	-	1(2.2%)
	Osteopenia	-	1(6.7%)	-	1(2.2%)

Foram incluídos na coleta de dados participantes sem uso contínuo de medicamentos para doenças cardiovasculares, depressão, ansiedade, sono e outras doenças psiquiátricas e neurológicas. Participantes com uso de outros medicamentos poderiam ser incluídos na pesquisa, como o caso de 4 indivíduos que utilizavam medicamentos para gerenciamento de colesterol. A maioria dos participantes também não relataram alguma doença. Quanto ao uso de medicamentos ($Fisher=0.717$, $p=1.0$) e doenças ($Fisher=11.448$, $p=1.0$) não foram evidenciadas diferenças significativas entre os grupos.

A tabela seguinte (Tabela 7) descreve os resultados da Escala de Humor de Brunel (BRUMS), administrada com todos os participantes antes da coleta da variabilidade da frequência cardíaca e desempenho cognitivo.

Tabela 7. Variáveis de controle dos participantes: Estado de Humor antecedente a coleta (BRUMS)

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos		Total	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
Raiva	0.68 (1.80)	0.00	0.00 (0.00)	0.00	0.33 (0.72)	0.00	0.33 (1.13)	0.11
Confusão mental	0.53 (1.36)	0.00	0.73 (1.03)	0.00	1.3 (2.4)	0.00	0.84 (1.69)	0.00
Depressão	0.7 (1.84)	0.00	0.20 (0.57)	0.00	1.8 (4.37)	0.00	0.9 (2.77)	0.00
Fadiga	2.10 (3.26)	1.00	1.13 (2.07)	0.00	0.7 (1.23)	0.00	1.3 (2.36)	0.00
Tensão	1.5 (2.03)	1.00	0.73 (1.10)	0.00	1.8 (2.78)	1.00	1.33 (2.1)	1.00
Vigor	10.7 (2.19)	10.00	10.0 (2.65)	10.00	11.3 (3.41)	11.00	10.64 (2.78)	10.00

Ao comparar os resultados dos estados de humor pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, verificou-se que os grupos não se diferenciaram significativamente em relação a nenhum dos estados, incluindo raiva ($X^2=2.915$, $p=0.233$), confusão mental ($X^2=1.634$, $p=0.442$), depressão ($X^2=0.952$, $p=0.621$), fadiga ($X^2=2.082$, $p=0.353$), tensão ($X^2=1.566$, $p=0.457$) e vigor ($X^2=1.066$, $p=0.587$). Esse resultado mostra que os grupos não apresentam diferenças no estado de humor no momento da coleta de dados, o que diminui possíveis interferências ao comparar a modulação autônoma e performance cognitiva entre grupos etários.

6.2 Desempenho Cognitivo nos grupos etários

Para atingir os objetivos propostos deste estudo foi realizada a comparação do desempenho cognitivo entre grupos etários (grupo A 31-45 anos; grupo B 46-60 anos; grupo C 61-76 anos) por meio do instrumento cognitivo computadorizado Cogstate. A tabela abaixo (Tabela 8) mostra os resultados referentes às seis tarefas: TRS tempo de reação simples; TRE tempo de reação de escolha; MT memória de trabalho; MCP memória de curto prazo; AS atenção sustentada; TRSfinal tempo de reação simples final. A tarefa de MT está relacionada ao funcionamento executivo e as tarefas de TRS, TRE, AS

relacionam-se a velocidade de reação diante estímulos. Na tabela 8 são apresentadas as medidas de tendência central e variabilidade de cada grupo etário, bem como o resultado da comparação entre os grupos. O desempenho cognitivo dos grupos foi comparado por meio da análise multivariada de variância (MANCOVA) considerando a variável “anos de estudo” como co-variável de controle (o que significa que o desempenho cognitivo foi ajustado de acordo com os anos de estudo). As variáveis dependentes apresentaram correlações moderadas entre si e distribuição normal, o que são pré-requisitos dessa análise (Fields, 2005). A Tabela 8 seguinte mostra os resultados dos dados do desempenho cognitivo nos grupos etários:

Tabela 8. Desempenho cognitivo nos grupos etários

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Médi (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
TRS						
TR	2.527 (0.098)	2.532	2.593 (0.080)	2.626	2.570 (0.092)	2.551
Variabilidade	0.072 (0.030)	0.059	0.088 (0.036)	0.078	0.0864 (0.026)	0.081
Acurácia	99.269 (1.618)	100.0	98.577 (2.799)	100.0	97.699 (3.401)	100.0
TER						
TR	2.747 (0.064)	2.752	2.772 (0.066)	2.763	2.775 (0.065)	2.759
Variabilidade	0.146 (0.210)	0.088	0.084 (0.024)	0.075	0.0917 (0.022)	0.098
Acurácia	99.355 (1.336)	100.0	98.459 (4.33)	100.0	95.722 (4.206)	96.774
MT*						
TR	2.862 (0.076)	2.847	2.903 (0.088)	2.904	2.964 (0.074)	2.959
Variabilidade	0.111 (0.026)	0.118	0.123 (0.037)	0.119	0.341 (0.717)	0.166

Acurácia	97.029 (2.205)	96.774	92.878 (11.17)	96.774	83.084 (12.669)	85.714
MCP						
TR	3.044 (0.089)	3.048	3.075 (0.123)	3.089	3.093 (0.103)	3.084
Variabilidade	0.157 (0.054)	0.157	0.196 (0.048)	0.199	0.215 (0.063)	0.183
Acurácia	74.286 (6.117)	73.809	71.724 (10.93)	71.429	66.554 (9.138)	66.667
AS						
TR	2.623 (0.077)	2.597	2.648 (0.084)	2.643	2.692 (0.089)	2.728
Variabilidade	0.217 (0.060)	0.225	0.246 (0.100)	0.223	0.305 (0.128)	0.244
Acurácia	90.079 (8.185)	90.909	88.136 (10.76)	90.909	86.048 (14.396)	90.909
TRSfinal						
TR	2.525 (0.096)	2.514	2.582 (0.064)	2.597	2.594 (0.099)	2.562
Variabilidade	0.079 (0.030)	0.086	0.086 (0.021)	0.093	0.103 (0.039)	0.094
Acurácia	99.629 (0.977)	100.0	99.474 (2.038)	100.0	95.601 (7.693)	100.0

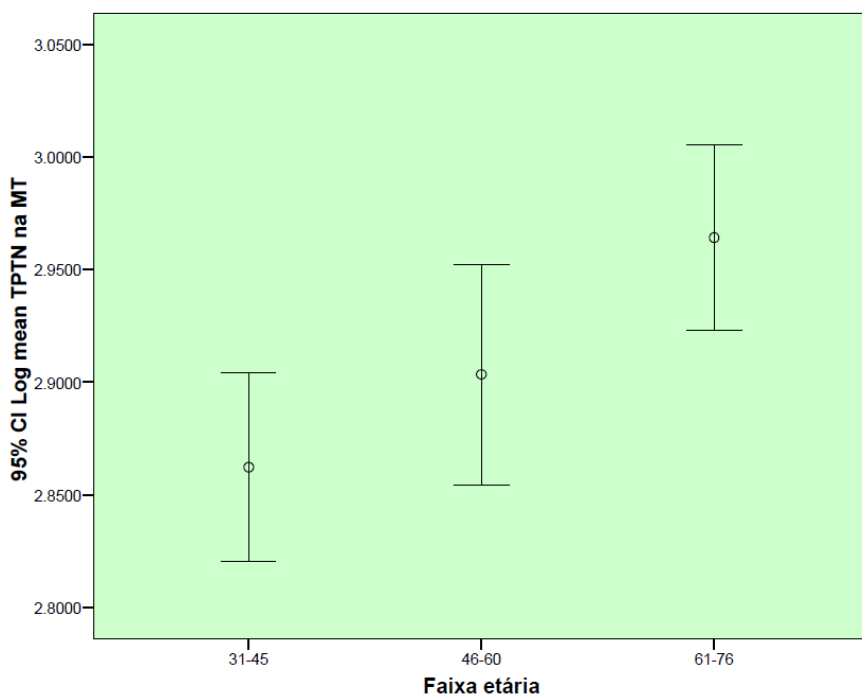
Legenda: TRS (tempo de reação simples); TRE (tempo de reação de escolha); MT (memória de trabalho); MCP (memória de curto prazo); AT (atenção sustentada); TRSfinal (tempo de reação simples final).

* diferenças estatisticamente ao nível de $p < 0.05$.

Os resultados da MANCOVA indicaram que em geral, não houve diferenças estatisticamente significativas na cognição entre os diferentes grupos etários ($Wilk's\ lambda = 0.456$, $F = 0.866$, $p = 0.660$, $\eta^2 = 0.325$, força estatística observada = 0.637). No entanto, observou-se que o efeito é alto, 32.5%, e talvez exista diferenças específicas em relação à alguma tarefa. Para tanto, analisou-se também os efeitos principais por variável, sendo que constatou-se uma diferença estatisticamente significativa para o tempo de resposta na tarefa de memória de trabalho ($p = 0.043$, $\eta^2 = 0.143$). Ao comparar os grupos por meio das comparações

pareadas (*pairwise comparisons*), observou-se diferença estatisticamente significativa ($p<0.05$) apenas entre os grupos A e C, mas não entre os grupos B e C. Essas diferenças podem ser observadas no gráfico 1.

Gráfico 1. Médias e intervalos de confiança do tempo de reação (log) na memória de trabalho.



Ao rodar a mesma análise sem controlar os anos de estudo, observou-se diferenças maiores com efeitos significativos, tanto para percentual de acertos na memória de trabalho ($p=0.001$, $\eta^2= 0.275$) quanto para o tempo de reação nessa mesma tarefa ($p=0.004$, $\eta^2= 0.228$). Sem controlar anos de estudo, foram constatadas também diferenças significativas em relação ao tempo de reação na memória de curto prazo ($p=0.021$, $\eta^2= 0.168$) e no tempo de reação simples final ($p=0.035$, $\eta^2= 0.148$).

6.3 Variabilidade da Frequência Cardíaca durante desempenho cognitivo

Esta sessão apresenta os resultados da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante o desempenho nas tarefas da bateria Cogstate nos grupos etários. Como análise estatística principal, realizou-se uma MANOVA para medidas repetidas (*repeated measures*MANOVA), tendo como variáveis dependentes os seguintes indicadores de VFC: SDNN, pNN50, LF/HF, SD1, SD2, D2. O indicador HF, LF e RMSSD foram removidos da análise para evitar problemas de multicolinearidade mas todos estes estão descritos no Apêndice 04 (Tabelas dos indicadores de VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca durante desempenho cognitivo). A faixa etária foi considerada como fator na análise.

Em geral, observou-se diferenças estatisticamente significativas na VFC entre as tarefas (*Wilk's lambda*= 0.627, $F=3.308$, $p<0.001$, $\eta^2=0.075$, força estatística observada=1). Além disso, foram verificados efeitos interativos significativos na VFC em função da faixa etária (*Wilk's lambda*= 0.642, $F=1.551$, $p=0.003$, $\eta^2=0.071$, força estatística observada=1), o que significa que a diferença na VFC entre as tarefas foi dependente da faixa etária. Isso indica que a alteração na VFC provocada pelas demandas cognitivas das tarefas CogState foi diferente entre as três faixas etárias.

Ao analisar os efeitos principais por variável, observou-se que os indicadores de VFC que apresentaram as maiores alterações entre as tarefas foram o SDNN ($F_{(4,91)} = 5.089$, $p<0.001$, $\eta^2=0.110$), pNN50 ($F_{(4,27)} = 4.837$, $p<0.001$, $\eta^2=0.105$), SD1 ($F_{(5,06)} = 11.135$, $p<0.001$, $\eta^2=0.214$), D2 ($F_{(4,32)} = 2.516$, $p=0.040$, $\eta^2=0.058$). Para analisar detalhadamente os efeitos por variável, selecionou-se as variáveis supracitadas, comparando-as entre grupos (faixas etárias) por meio de ANOVA one-way e entre tarefas, comparando-as por meio de ANOVA para medidas repetidas. Os testes de post-hoc estão representados por letras nas tabelas seguintes. A tabela seguinte (Tabela 9) mostra os resultados do indicador SDNN durante a linha de base e durante as tarefas cognitivas.

Tabela 9. SDNN durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos	46-60 anos	61-76 anos	One-way ANOVA	
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	F	P
LB	70.05 ^a (25.81)	48.31 ^{ab} (14.33)	36.13 ^b (24.49)	10.62	<0.001
TRS	55.93 ^a (17.53)	40.06 ^a (12.87)	30.89 ^b (34.07)	11.72	<0.001
TRE	56.55 ^a (21.81)	38.15 ^a (15.9)	27.66 ^b (1.72)	13.36	<0.001
MT	61.35 ^a (31.07)	42.93 ^{ab} (31.18)	26.08 ^b (16.38)	10.26	<0.001
MCP	58.73 ^a (20.90)	40.89 ^a (11.30)	25.54 ^b (15.37)	19.14	<0.001
AS	53.55 ^a (19.92)	43.19 ^{ab} (17.63)	33.90 ^b (38.11)	6.32	0.004
TRSfinal	60.66 ^a (23.06)	51.59 ^a (31.68)	30.01 ^b (22.20)	12.17	<0.001
ANOV A	F₍₆₎=2.52, p=0.027, η²=0.15	F ₍₆₎ =2.08, p=0.064, η ² =0.13	F _(2,79) =2.08 , p=0.064, η ² =0.15		

*Os graus de liberdade foram ajustados quando o teste de esfericidade de mauchly's apresentou violação neste quesito. O ajuste feito utilizado Greenhouse-Geisser.

Ao comparar o SDNN entre as tarefas (ANOVA medidas repetidas), foram observadas diferenças entre as tarefas cognitivas apenas para o grupo entre 31-45 anos, conforme está destacado na tabela 9. As comparações pareadas no grupo etário entre 31-45 indicaram que o SDNN foi significativamente maior ($p<0.05$) na linha de base, na tarefa de memória de trabalho e no TR simples no final da bateria em relação às demais tarefas. No grupo entre 46-60 anos, foram observadas diferenças estatisticamente significativas no SDNN entre a linha de base e as tarefas cognitivas TRS, TRE, MT e MCP, mas não para AS e TRS final. Observa-se que o aumento de SDNN na tarefa de MT não foi estatisticamente significativo em relação às tarefas anteriores. Entre os idosos, observou-se que o SDNN foi mais baixo nas tarefas MT e MCP, mas essa diferença só foi estatisticamente significativa para a tarefa de MCP em relação à linha de base ($p=0.018$). Essa inversão é o contrário

do esperado, uma vez que as tarefas executivas, como MT e MCP, são aquelas que exigem maior VFC.

A seguir estão descritas as análises entre grupos (*One-Way ANOVA*) e entre tarefas (*ANOVA* para medidas repetidas) em relação ao indicador pNN50.

Tabela 10. pNN50 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos	46-60 anos	61-76 anos	<i>One-way ANOVA</i>	
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	F	p
LB	18.43 ^a (13.88)	5.26 ^b (5.83)	4.51 ^b (8.56)	9.08	0.001
TRS	21.39 ^a (18.68)	5.27 ^b (6.46)	1.77 ^b (4.67)	15.16	<0.001
TRE	18.83 ^a (16.98)	5.03 ^b (6.43)	2.59 ^b (7.51)	12.21	<0.001
MT	17.31 ^a (16.22)	5.19 ^b (6.21)	1.52 ^b (3.92)	11.77	<0.001
MCP	19.26 ^a (16.85)	4.71 ^b (5.85)	1.59 ^c (5.57)	17.97	<0.001
AS	14.94 ^a (14.57)	5.20 ^{ab} (6.54)	2.37 ^b (5.62)	7.50	0.002
TRSfinal	19.94 ^a (16.31)	5.11 ^b (6.37)	2.50 ^b (5.44)	10.60	<0.001
ANOVA	F ₍₆₎ =1.83, p=0.102, $\eta^2=0.12$	F _(3,04) =0.52, p=0.985, $\eta^2=0.01$	F _(2,76) =1.24, p=0.308, $\eta^2=0.08$		

Observou-se na tabela 10 que os grupos apresentam diferenças estatisticamente significativas no pNN50 em todas as situações da avaliação (linha de base e tarefas), as diferenças são maiores na tarefa de MCP e TRS, de acordo com os resultados do Post-Hoc. O pNN50 não variou significativamente entre as tarefas, no entanto, ao analisar o tamanho do efeito (*partial eta squared- η^2*), verificou-se que ele variou mais no grupo entre 31-45 anos. Ao realizar as comparações pareadas, observou-se que o pNN50 reduziu significativamente ($p<0.05$) na tarefa de atenção sustentada (AS). Nas outras faixas etárias não houve diferenças estatisticamente significativas no pNN50 entre as tarefas. A seguir estão descritas as mesmas análises para o indicador SD1, incluindo as comparações entre grupos e entre tarefas.

Tabela 11. SD1 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos	46-60 anos	61-76 anos	One-way ANOVA	
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	F	p
LB	27.51 ^a (12.08)	16.43 ^b (7.03)	14.23 ^b (8.83)	8.34	0.001
TRS	30.13 ^a (13.77)	16.67 ^b (7.52)	10.52 ^b (7.54)	14.93	<0.001
TRE	29.68 ^a (16.17)	16.88 ^b (9.56)	11.23 ^b (8.22)	9.57	<0.001
MT	30.17 ^a (17.92)	18.17 ^b (12.36)	9.67 ^b (6.30)	9.29	<0.001
MCP	28.51 ^a (13.33)	15.90 ^b (7.82)	9.28 ^b (6.46)	15.29	<0.001
AS	25.23 ^a (10.09)	16.09 ^b (8.19)	11.91 ^b (9.86)	7.85	0.001

Os resultados da comparação entre grupos demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos etários em todas as tarefas, sendo que o SD1 reduz progressivamente conforme avança a idade. As análises de Post-Hoc descritas na tabela indicam que em geral, o grupo com 31-45 anos de idade apresenta SD1 significativamente mais alto que os grupos mais velhos.

Ao comparar o SD1 entre as tarefas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em nenhum grupo etário. No entanto, ao realizar as comparações pareadas, observou-se diferenças estatisticamente significativas no SD1 entre a linha de base e as tarefas de MT e MCP ($p < 0.05$), pois o SD1 reduziu significativamente nessas tarefas. Considerando que essa variável está diretamente associada com atividade parassimpática, essa alteração, observada entre os idosos, é o contrário do esperado, pois nas tarefas executivas se espera que aumente a atividade pré-frontal e conseqüentemente haja uma inibição do SNS. Entre os grupos etários observou-se essa tendência de aumentar SD1 na tarefa de MT, embora a mesma não tenha sido estatisticamente significativa.

Tabela 12. D2 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos	46-60 anos	61-76 anos	One-way ANOVA	
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	F	p
LB	2.80 ^a (0.99)	2.07 ^{ab} (1.07)	1.29 ^b (1.27)	6.87	0.003
TRS	2.59 ^a (1.19)	1.50 ^b (1.12)	0.57 ^c (0.68)	14.67	<0.001
TRE	2.55 ^a (0.99)	1.38 ^b (1.15)	0.41 ^c (0.64)	19.00	<0.001
MT	2.32 ^a (1.18)	1.26^b (1.01)	0.57^b (0.82)	11.22	<0.001
MCP	2.82 ^a (1.03)	1.53 ^b (1.17)	0.46 ^c (0.90)	19.23	<0.001
AS	2.50 ^a (1.10)	1.32 ^b (1.17)	0.62 ^b (0.78)	12.68	<0.001
TRSfinal	2.62 ^a (1.25)	1.75 ^a (1.14)	0.70 ^b (0.78)	12.01	<0.001
ANOVA	F ₍₆₎ =0.818, p=0.559, $\eta^2=0.05$	F₍₆₎=2.92, p=0.012, $\eta^2=0.17$	F₍₆₎=4.01, p=0.001, $\eta^2=0.223$		

Observou-se que a variável D2 estatisticamente diferente entre os grupos etários, sendo que as análises de post-hoc demonstraram que ele reduz significativamente e progressivamente com o avançar da idade, pois todos os grupos apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

Ao analisar os resultados das comparações pareadas para a faixa etária 46-60, verificou-se que houve uma redução estatisticamente significativa no D2 na linha de base em relação às tarefas TRS (p=0.042), MT (p=0.014) e AS (p=0.046). A memória de trabalho foi a tarefa com o menor valor de D2.

Entre os idosos, as comparações pareadas indicaram que o D2 foi estatisticamente mais alto na linha de base do que das tarefas, exceto na MT e no TRS final. Esses resultados indicam que entre os idosos, a tarefa com maior D2 é a MT (a média do TRS não foi estatisticamente diferente da LB), ao contrário do que foi verificado na faixa etária dos 46-60 anos, onde a MT foi a tarefa com menor D2.

6.4 Relação entre variabilidade da Frequência Cardíaca e desempenho cognitivo

Foram analisadas as correlações entre VFC e desempenho cognitivo em todas as tarefas da CogState por meio de correlação parcial, considerando como variável de controle a idade e os anos de estudo. As correlações foram analisadas de duas formas diferentes, uma correlacionando o desempenho cognitivo (tempo de resposta, acurácia e

variabilidade da resposta) com a VFC durante a linha de base e outra correlacionando essas mesmas variáveis do desempenho cognitivo com a VFC durante a tarefa realizada (por exemplo: o desempenho na tarefa de TRS foi correlacionado com os indicadores de VFC na tarefa TRS).

Ao correlacionar os indicadores de tempo de reação das tarefas cognitivas com as variáveis da VFC durante a linha de base, não foi encontrada nenhuma correlação estatisticamente significativa (correlação parcial). No entanto, ao correlacionar a variabilidade das respostas (desvio-padrão das tentativas) de cada tarefa com os indicadores de VFC, foi verificado que quanto maior HF (n.u.) menor a variabilidade na memória de curto prazo ($r=-.517$, $p<0.001$) e na atenção sustentada ($r=-.329$, $p=0.034$), o que sugere que quanto maior a modulação parassimpática, mais estáveis são as respostas. Observa-se que HF compartilha 27% de variância com a estabilidade das respostas na MCP e 11% com essa mesma variável na atenção sustentada. Além disso, observou-se que quanto maior a razão LF/HF maior a variabilidade das respostas na tarefa de memória de curto prazo ($r=.500$, $p=0.001$), sendo que essas variáveis compartilham 25% de variância. Não foram verificadas correlações estatisticamente significativas entre os indicadores de VFC na linha de base e acurácia nas tarefas CogState.

Ao correlacionar os indicadores de VFC com o desempenho cognitivo na tarefa de tempo de reação simples, observou-se que quanto maior HF(%), menor o tempo de resposta médio ($r=-.379$, $p=0.012$), sendo que essas variáveis compartilham 14% de variância. Na tarefa de tempo de reação de escolha, observou-se que quanto maior a razão LF/HF, maior o tempo de reação ($r=.345$, $p=0.024$), ou seja, mais lenta a resposta. Essas variáveis compartilham 12% de variância. Na memória de trabalho, não foram observadas correlações estatisticamente significativas entre a VFC.

Na tarefa de memória de curto prazo, observou-se que quanto maior HF (%) menor a variabilidade na MCP ($r=-.433$, $p=0.004$), sendo que essas variáveis compartilham 19% de variância. Ou seja, quanto maior for a modulação parassimpática, maior a estabilidade das respostas nessa tarefa.

Na tarefa de atenção sustentada (que exige resposta rápida), observou-se que quanto maior o rMSSD, mais lenta a velocidade de resposta ($r=.348$, $p=0.022$), sendo que estas variáveis compartilham 12% de variância. A mesma tendência foi encontrada para as correlações entre o tempo de resposta na AS e pNN50 ($r=.336$, $p=0.028$) e SD1 ($r=.324$, $p=0.034$). Esses resultados demonstram que uma maior

ativação parassimpática na tarefa de atenção sustentada está relacionada a uma resposta mais lenta na tarefa. No TR simples final não foram verificadas correlações estatisticamente significativas entre a VFC e o desempenho cognitivo.

7. DISCUSSÃO

O foco principal desse estudo foi investigar as alterações na VFC e no desempenho cognitivo relacionadas ao processo de envelhecimento, bem como a relação entre a VFC e a cognição em diferentes faixas etárias. Assim, para atingir os objetivos propostos mostrou-se pertinente o controle de variáveis e de características sócio demográficas, possibilitando homogeneidade entre grupos etários. Os resultados mostraram que o grupo A (31-45 anos), grupo B (46-60 anos) e grupo C (61-76 anos) não apresentaram diferenças estatísticas no que se refere as principais características sócio demográficas, bem como em relação às variáveis de controle: sexo; estado civil; dominância manual; sonolência diurna; horas habituais de sono; horas de sono no dia da coleta de dados; uso de substâncias; auto percepção da saúde; atividade física e uso de jogos; estado de humor; uso de medicamentos e doenças atuais. Os resultados da análise de dados são assim, o reflexo do controle e seleção dos participantes que propiciaram na maior exatidão dos fenômenos estudados. A partir disso facilitou-se atingir o primeiro objetivo desta pesquisa e os quatro objetivos específicos seguintes, estes discutidos neste item do trabalho.

No que se refere ao objetivo: Comparar o desempenho cognitivo de adultos e idosos de ambos os sexos - não foram observadas diferenças significativas no desempenho cognitivo entre os grupos etários em todas as tarefas do Cogstate. Isso sugere que a variável de controle “uso do computador” (indicada na Tabela 3 diferenças estatísticas entre as faixas etárias) não foi determinante para o desempenho cognitivo. Essa justificativa se relaciona também para a variável “conhecimento de cartas do baralho”, pois se isso interferisse no desempenho cognitivo os idosos iriam significativamente pior na Memória de Curto Prazo (em que devem memorizar um grande número de cartas).

Embora no desempenho cognitivo em geral não tenha sido encontrado diferença, foi observado que os idosos foram mais lentos no tempo de resposta em memória de trabalho em relação aos outros dois grupos etários mais jovens. Sugere-se que pode não ter sido encontrada diferenças entre o grupo B e C em memória de trabalho devido ao pouco intervalo de idades entre estes grupos de participantes. Além disso, a diminuição de desempenho cognitivo relacionado a idade é um processo gradual e geralmente evidenciada diferenças estatísticas com intervalos

maiores de idades. A diferença de desempenho em tempo de reação em memória de trabalho em idosos (grupo C) e adultos (grupo A) foi encontrada quando controlada como co-variável anos de estudo. Entretanto, quando realizada a mesma análise sem controlar os anos de estudo observou-se diferenças maiores com efeitos significativos no percentual de acertos na memória de trabalho, no tempo de reação em memória de trabalho, no tempo de reação na memória de curto prazo e no tempo de reação simples final.

Este resultado sugere que a escolaridade teve grande impacto no desempenho cognitivo. A relação entre anos de estudo e desempenho cognitivo em idosos pode ser observada em estudos que discutem a reserva cognitiva: quanto maior a escolaridade melhor pode ser o desempenho cognitivo, pois o cérebro pode desenvolver grande densidade sináptica capaz de compensar ou/e diminuir ou/e proteger o declínio cognitivo relacionado a idade (Ardila, Ostrosky-Solis, Rosselli & Gómez, 2000; Rue, 2010; Milgram, Siwak-Tapp, Araujo & Head, 2006). De acordo com Voss et al (2010) e Ardila, Ostrosky-Solis, Rosselli e Gómez (2000) a reserva cognitiva pode estar relacionada com: 1. nível sócio econômico e escolaridade; 2. exposição fetal, desenvolvimento infanto-juvenil, status sócio econômico da família (ou origem); 3. e hábitos (exercício físico, atividade aeróbica, leitura, cuidados alimentares). Todos estes fatores podem se correlacionar, mas sugere-se a predominância da escolaridade e das características sócio-econômicas na determinação da reserva cognitiva e do desempenho cognitivo.

Contudo, a teoria da reserva cognitiva não se aplica a diminuição de desempenho relacionado ao tempo de resposta em memória de trabalho segundo Van Gerven, Meijer e Jolles (2007). Na pesquisa destes autores a escolaridade não se relacionou com o funcionamento executivo, sugerindo que tal variável não protege o cérebro no declínio de memória de trabalho relacionado ao envelhecimento.

Ressalta-se que neste trabalho quando controlado os anos de estudos dos grupos na análise dos dados foram observados menos domínios cognitivos com diminuição de desempenho nos idosos, relacionando a baixa performance apenas em memória de trabalho e tempo de resposta em memória de trabalho. Este mesmo tipo de resultado também foi identificado em pesquisas como de Luft (2007), Van Gerven, Meijer e Jolles (2007), Mattay et al (2006), Kennedy e Raz

(2009) e Charlton, Barrick, Lawes, Markus e Morris (2010); considerando a variável da escolaridade dos participantes.

A memória de trabalho esta fortemente relacionada ao constructo das funções executivas e a atividade no córtex pré-frontal do cérebro (McCabe, Roediger III, McDaniel, Balota & Hambrick, 2010). O declínio nesta função no processo do envelhecimento pode se associar a diminuição da substância branca e do metabolismo na região pré frontal (Charlton, Barrick, Lawes, Markus & Morris, 2010; Kennedy & Raz, 2009; Haga, et al 2009).

A exemplo, Madden, et al (2010) investigou com neuroimagem (fMRI) a conectividade funcional das regiões cerebrais durante tarefas que envolvem o controle executivo em adultos e idosos. A pesquisa identificou que os idosos ativam regiões pré-frontais múltiplas e limitam a ativação de regiões especificamente relacionadas ao controle executivo e a região fronto-parietal. Os autores observaram que em idosos ocorreu diminuição de ativação sustentada da região pré-frontal durante a codificação da memória e declínio da integridade da substância branca na região fronto-parietal, que segundo os mesmos isso conduz a uma desconexão entre regiões corticais relacionadas às funções executivas. Do mesmo modo, outras pesquisas (Langenecker, & Nielson, 2003; Rypma, Berger, Genova, Rebbechi & D'Esposito, 2005; Marschner, et al, 2005; Emery, Heaven, Paxton & Braver, 2008) também identificaram diminuição de ativação cerebral em regiões relacionadas as funções executivas em idosos, e atividade frontal bilateral nesta população, o que pode demonstrar-se como uma forma destes indivíduos compensarem o possível declínio em memória de trabalho. Já em adultos jovens a ativação pré frontal durante tarefas que envolvem funções executivas é maior e ocorre de forma unilateral e focal.

Segundo Thayer, et al (2009) a região pré frontal do cérebro humano é a última a se desenvolver e a primeira a demonstrar declínio relacionada a idade. Na fase da adolescência aumenta o processo de mielinização no córtex pré frontal atingindo o auge na fase adulta (entre 23-25 anos de idade). A partir dos 30-40 anos de idade, inicia-se a desmielinização gradativa no córtex pré frontal, com perda de substância branca e de conectividade com demais regiões do cérebro, como citado anteriormente. Estas mudanças podem se associar com alterações funcionais, incluindo alterações do controle inibitório, uma das principais funções associadas com o córtex pré-frontal (Luft, Takase & Darby, 2009). Isso pode se associar com a diminuição de VFC entre

tarefas cognitivas e em tarefas de controle executivo em idosos, como observado nos resultados deste trabalho.

O controle inibitório inibi a super excitação da amígdala via nervo vago e via neurônios colinérgicos, possibilitando a mediação dos processos cognitivos, afetivos e fisiológicos (Thayer, et al 2009; Hagemann, Waldstein & Thayer, 2003). Neste sentido, ocorre a conexão cortical e subcortical nas respostas emocionais, fisiológicas e cognitivas, com ativação das seguintes regiões:

- Regiões corticais: córtex frontal, temporal, parietal e córtex cingulado anterior (Hagemann, Waldstein & Thayer, 2003; Luft, Takase & Darby, 2009; Crichley, 2009);
- Regiões subcorticais: amígdala, tálamo, hipocampo e hipotálamo (Hagemann, Waldstein & Thayer, 2003).

O ramo simpático é acionado diante ameaça (“luta e fuga”) na mobilização de energia para reagir diante a situação. Contudo, se essa ação do ramo simpático é excessiva e prolongada ocorre sobrecarga negativa no sistema cardiovascular, propiciando doença e disfunções psiquiátricas como, por exemplo, ansiedade, depressão, estresse pós traumático. Para isso, a ativação do córtex pré frontal é relevante, inibindo a ação prolongada simpática, e propiciando na adaptação positiva do organismo ao ambiente. Essa inibição que o córtex pré frontal desempenha sobre a super excitação simpática se relaciona ao controle inibitório e a capacidade do funcionamento executivo (Thayer & Brosschot, 2005; Pu, Schmeichel, 2010).

É a partir disso que diversos estudos (Thayer, et al 2009; Luft, Takase & Darby, 2009; Friedman, 2007; Thayer & Ruiz-Padial, 2006; Geisler, Vennewald, Kubiak & Weber, 2010) sugerem a relação entre sistema nervoso autônomo (ramo simpático e ramo parassimpático) com córtex pré-frontal e desempenho em funções executivas, como em memória de trabalho. Ressalta-se que uma medida do funcionamento do sistema nervoso autônomo pode ser registrada por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e frequência cardíaca (FC). Para Thayer et al. (2009) e Crichley (2009) a frequência cardíaca esta sob o comando do controle inibitório por meio do nervo vago (ramo parassimpático), córtex pré frontal e circuitos motores.

A interação entre VFC, funções executivas e córtex pré frontal fundamenta a proposta do modelo Neurovisceral (Thayer & Ruiz-Padial, 2006; Thayer, Hansen, Saus-Rose & Johnsen, 2009). Este modelo teórico baseia-se no pressuposto que o sistema nervoso autônomo relaciona-se com o sistema nervoso central. De forma pontual, este

modelo sugere que o córtex pré frontal, associado ao funcionamento executivo (planejamento, controle inibitório, atenção seletiva, memória de trabalho e organização) é capaz de inibir e modular os impulsos do sistema límbico e das respostas cardiovasculares. O modelo neurovisceral sugere que os processos de flexibilidade cognitiva, desempenho cognitivo, regulação afetiva, emocional e fisiológica se inter-relacionam para que o organismo responda ao comportamento meta-dirigido. A rede que envolve o controle inibitório associa-se também com a modulação fisiológica por meio do nervo vago e mediados pelo coração, com o batimento cardíaco (frequência cardíaca-FC) e com o intervalo de um batimento e outro do coração (variabilidade da frequência cardíaca- VFC) (Thayer, et al 2009; Friedman, 2007; Luft, Takase & Darby, 2009; Thayer & Brosschot, 2005; Thayer, Hansen, Saus-Rose & Johnsen, 2009).

Arelado ao modelo neurovisceral que os demais objetivos específicos deste trabalho mostraram seus resultados. No objetivo 3 observou-se que ao analisar a variabilidade da frequência cardíaca durante o desempenho cognitivo nas tarefas do Cogstate observou-se que as demandas cognitivas das tarefas possivelmente provocaram alterações na modulação autonômica. Os indicadores analisados foram: SDNN, pNN50, LF/HF, SD1, SD2, D2; sendo discutidos em seguida.

O SDNN e pNN50 caracterizam a análise linear do domínio do tempo e representa a atividade do nervo vago (parassimpático) (Lopes, et al 2007). O LF/HF caracteriza o domínio da frequência, indicando o predomínio de atividade simpática; é esperado que durante tarefas que envolvem funções executivas (como memória de trabalho) o valor desta razão seja baixo (Luft, Takase & Darby, 2009). Além disso, o domínio do tempo e o domínio da frequência podem apresentar resultados correlacionáveis (Luft, Takase & Darby, 2009).

Outro modo de análise do sistema nervoso autônomo tem-se por meio do SD1, SD2 e D2. Estes dois primeiros são indicadores baseados na análise de Poincaré, sugerindo ação do ramo parassimpático e do ramo simpático respectivamente (Vanderlei, et al 2009); e D2 caracteriza-se como um indicador relacionado a análise não linear, representa a adaptação do organismo ao ambiente (Liao, Garrison & Jan, 2010).

A análise linear da VFC pode possibilitar indicadores do aumento ou diminuição da atividade simpática e parassimpática, enquanto a análise não-linear pode fornecer informações sobre a adaptação do organismo diante o ambiente, ou seja, pode sugerir a

interação entre o ramo simpático e parassimpático. A análise não linear se baseia na teoria do Caos, e pode caracterizar o sistema autônomo do organismo de forma dinâmica. Estas análises podem favorecer a investigação de um mesmo fenômeno, mas são utilizadas em conjunto para quantificar a complexa dinâmica do sistema nervoso autônomo (Liao, Garrison & Jan, 2010; Thayer, Hansen, Saus-Rose & Johnsen, 2009).

Ao analisar os efeitos interativos significativos na VFC em função da faixa etária foi evidenciada diferença nos indicadores entre as tarefas cognitivas dependente da faixa etária. Infere-se que quanto maior a idade menor a variação da VFC (da análise linear) entre tarefas, o que pode refletir em menor flexibilidade cognitiva e diminuição de controle inibitório (Thayer, et al. 2009).

Isso se justifica pelo fato dos efeitos do ramo simpático serem relativamente lentos (segundos) enquanto os efeitos do nervo vago apresentam-se mais rápidos (milissegundos). Por isso, quando a ação do nervo vago é baixa o organismo não consegue se adaptar rapidamente a resposta do ambiente. Em contrapartida, associa-se o bom desempenho cognitivo quanto maior a variação autônoma entre tarefas (Hansen, Johnsen & Thayer, 2003; Ohira et al, 2010). Essa alteração de comportamento meta-dirigido é modulada pelo córtex pré-frontal, e caso esta região cerebral apresente alguma forma de declínio (ou disfunção) ocorre predomínio do sistema nervoso simpático associado a desinibição dos circuitos (Thayer & Brosschot, 2005; Mathewson, et al 2010).

Quanto ao objetivo específico 4 foram observados nos resultados que os seguintes indicadores: SDNN, pNN50, SD1 e D2 apresentaram maiores alterações e por isso foram analisados os efeitos principais por variável comparando-as entre grupos (faixas etárias) e entre tarefas. Assim, o SDNN e pNN50 apresentaram diferenças entre a linha de base e as tarefas cognitivas nos participantes entre 31-45 anos o que sugere que este grupo apresentou melhor flexibilidade cognitiva entre todas as tarefas, com ação parassimpática. A flexibilidade autônoma relacionada ao aumento VFC pode se associar com o funcionamento executivo preservado, como indicam as pesquisas de Mathewson, et al (2010), Geisler, Vennewald, Kubiak, e Weber (2010), Luft, Takase e Darby (2009), Pu e Schmeichel (2010).

No grupo de 46-60 anos foram observadas diferenças no SDNN entre a linha de base e as tarefas cognitivas TRS, TRE, MT e MCP, mas não para AS e TRS final. Além disso, o aumento de SDNN na tarefa de MT não foi estatisticamente significativo em relação às tarefas

anteriores. O pNN50 neste mesmo grupo e no grupo de idosos também não apresentaram alterações significativas. Em idosos observou-se o SDNN mais baixo nas tarefas MT e MCP, mas essa diferença só foi estatisticamente significativa para a tarefa de MCP em relação à linha de base. Isso sugere que a modulação autônoma e ativação parassimpática durante tarefa de memória de trabalho pode diminuir gradativamente com a idade, corroborando com o modelo neurovisceral.

A exemplo de outra pesquisa, Vigo, Guinjoan, Scaramal, Siri e Cardinali (2005) observaram diminuição do RMSSD em indivíduos idosos. Todos os componentes da análise linear do domínio da frequência foram menores em idosos. Outros estudos (Thayer, et al 2009; Lopes et al. 2007; Mathewson, et al 2010) também indicaram diminuição de VFC e controle inibitório na população idosa (Thayer, et al 2009).

Entretanto, estas tarefas cognitivas que mostraram no presente estudo indicadores de VFC baixos estão relacionadas ao pré frontal e deveriam apresentar maior ativação parassimpática. Pode-se explicar a diminuição de indicadores de VFC relacionado a idade (Vigo, Guinjoan, Scaramal, Siri, Cardinali, 2005) devido ao declínio de controle inibitório que pode estar associado a diminuição de substância branca na região pré frontal como já mencionado. Isso reflete em diminuição de desempenho em memória de trabalho, atenção e velocidade de processamento. Outra explicação é indicada pelo aumento de receptores adrenérgicos e diminuição de receptores colinérgicos (Thayer, et al. 2009). As modificações da VFC no predomínio da ação adrenérgica e colinérgica reflete na flexibilidade autônoma. Quanto mais variações entre tarefas sugere-se maior flexibilidade autônoma – melhor o organismo responde a demanda solicitada (Fridman, 2007).

No que se refere a análise não linear, baseada em Poincaré e na teoria do caos, tem-se aqui a análise do SD1 e D2 respectivamente. Os resultados mostraram que quando comparados os grupos etários o SD1 e D2 reduzem progressivamente conforme avança a idade. Essa alteração se relaciona com os resultados já discutidos acima, em que mostram que os idosos apresentaram diminuição de atividade parassimpática. Em relação ao D2 sugere-se que com a idade avançada pode aumentar gradativamente a dificuldade de adaptação ao ambiente associado ao possível declínio em controle inibitório e flexibilidade cognitiva. Isso reforça a idéia da dificuldade de inibição do sistema nervoso simpático por meio do córtex pré frontal no processo de envelhecimento.

Na comparação entre a linha de base e entre tarefas, foi observada diminuição do indicador D2 na faixa etária de 46-60 anos (grupo B), especificamente na tarefa de memória de trabalho. Um baixo valor da análise não linear (D2) pode sugerir pouca interação entre os ramos simpático e parassimpático, inferindo pouca flexibilidade cognitiva e pouca adaptação ao ambiente. Esse tipo de análise não é possível por meio da análise linear (Liao, Garrison & Jan, 2010; Schubert, et al. 2009). Autores como Liao, Garrison e Jan (2010) associaram a diminuição de valor dos indicadores não lineares com doenças e envelhecimento cortical e pode sugerir relação com disfunções microvasculares. Isso pode inferir que adultos de meia idade apresentaram no presente estudo dificuldade de adaptação diante estímulos relacionados a memória de trabalho, o que pode servir como um marcador fisiológico de diminuição de controle inibitório relacionado a idade.

Entretanto, ao realizar a mesma comparação entre a linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate com o indicador D2, foi identificado que em idosos o maior valor de D2 foi em memória de trabalho, mas ressalta-se que todos os valores deste indicador foram baixos. Isso pode se relacionar a uma forma fisiológica de compensar o declínio cognitivo relacionado a memória de trabalho, tendo em vista o baixo valor destes indicadores e de indicadores da análise linear já citados. Sugere-se que isso pode se associar com o referencial teórico da reserva cognitiva. Ou seja, como citado estudos (Madden, et al. 2010) idosos acionam regiões múltiplas do córtex pré frontal para compensar o declínio em memória de trabalho; a pergunta neste momento é “será se idosos conseguem melhores mecanismos de adaptação ao ambiente (sendo observado por meio do D2) como forma de compensar o declínio em memória de trabalho?” “será se existe também uma reserva fisiológica? Ou se a reserva cognitiva influencia na adaptação ao ambiente?”. Outra hipótese é se realmente o valor D2 representa uma forma de adaptação do organismo ao ambiente como mencionam autores Liao, Garrison e Jan (2010).

O último objetivo específico visou correlacionar a VFC em repouso e durante as tarefas com o desempenho cognitivo dos participantes. Os resultados mostraram que quanto maior o indicador HF (n.u) (relacionado a ação parassimpática) (Friedman, 2007) menor foi a variabilidade na memória de curto prazo e atenção sustentada. A variabilidade em tarefas de memória de curto prazo e atenção sustentada corresponde ao quanto o indivíduo responde de forma estável as

demandas (Reed, 1998). Ressalta-se que estas tarefas cognitivas do Cogstate requerem que o avaliado responda rapidamente a demanda e para isso é pertinente maior modulação parassimpática para apresentar respostas mais estáveis. Este indicador (HF) se relaciona também com a respiração e caracteriza a ativação colinérgica e predomínio do nervo vago (Friedman, 2007).

De acordo com Napadow et al. (2008) em neuroimagem (fMRI) foi identificado que a atividade parassimpática, indicada pelo HF, se correlaciona com regiões cerebrais como: hipotálamo, cerebelo, locus ceruleus, amígdala, hipocampo, tálamo, córtex pré frontal dorsomedial e dorsolateral, ínsula posterior e córtex temporal medial (Napadow, et al, 2008). Outra pesquisa (Luft, Takase & Darby, 2009) correlaciona o bom desempenho em tarefas no instrumento Cogstate com o aumento do HF. Além disso, observou-se também que quanto maior a razão LF/HF maior a variabilidade das respostas na tarefa de memória de curto prazo. Essa análise de resultado relaciona que elevada a razão LF/HF tem-se predomínio da ativação simpática, implicando em diminuição funional do controle do nervo vago e do controle inibitório (Thayer, et al 2009), diminuindo a estabilidade de respostas e propiciando ao erro, com perseveração cognitiva. A perseveração cognitiva se caracteriza como a dificuldade do organismo se adaptar a distintas situações e emoções, com a ativação repetida de eventos fatigantes do passado ou de eventos temidos no futuro (Brosschot, Verkuil & Thayer, 2010; Brosschot, Pipera, Thayer, 2005). Segundo Brosschot, Verkuil e Thayer (2010) quando ocorre perseveração cognitiva sugere-se aumento de ativação simpática. Sugere-se ainda que mesmo após a perseveração cognitiva consciente segue-se a perseveração cognitiva inconsciente e isso pode influir no SNA mantendo ação do ramo simpático (Brosschot, Verkuil, Thayer & 2010; Brosschot, Gerinb & Thayer, 2006). O erro e a inconstância nas respostas se associa com aumento de ansiedade e estresse (Hansen, Johnsen & Thayer, 2003).

Observou-se ainda nos resultados que os idosos apresentaram menor variabilidade em tarefas executivas e menor ativação parassimpática nestas mesmas tarefas, o que pode sugerir que para desempenhar positivamente uma tarefa executiva a ativação parassimpática é pertinente como considerada o modelo neurovisceral (Fridman, 2007; Thayer et al. 2009).

Na tarefa de tempo de reação de simples foi observado que quanto maior HF(%)menor o tempo de resposta médio, sendo assim correlacionado o aumento da velocidade de processamento com a ação

parassimpática. Foi identificado ainda que quanto maior rMSSD e pNN50 (ambos se relacionam com ativação parassimpática segundo Hansen, Johnsen & Thayer, 2003) mais lenta a velocidade de resposta em atenção sustentada (que exige resposta rápida). Isso sugere que a ativação simpática pode propiciar a velocidade nas respostas TRS e AS, neste caso menos relacionadas as funções executivas.

Em contrapartida na tarefa de tempo de reação de escolha, observou-se que quanto maior a razão LF/HF, maior o tempo de reação, o que sugere que quando a demanda cognitiva requer tomada de decisão relacionada ao córtex frontal é favorável que tenha menor ativação parassimpática. Para Ohira et al. (2010) a atividade do nervo vago durante a tarefa de tomada de decisão envolve o córtex cingulado anterior e córtex pré frontal estriado, relacionado assim com as bases neurais da tomada de decisão e modulação sobre atividade simpática e parassimpática durante esta demanda cognitiva (Ohira et al, 2010).

De tal modo, a tomada de decisão pode ser regulada pela redução da ação do sistema nervoso simpático e aumento da atividade do nervo vago, desempenhando um papel na flexibilidade cognitiva e controle inibitório (Ohira et al, 2010).

No estudo de Mathewson, et al (2010) foi investigada a linha de base e as alterações da VFC durante a tarefa de Stroop em 81 indivíduos considerados saudáveis, com idade de 17 a 55 anos com objetivo de analisar associações entre desempenho cognitivo e controle autônomo em diferentes idades. O aumento da VFC se associou com o aumento da velocidade de nomeação de cores da tarefa e flexibilidade cognitiva. Aumento da idade se relacionou com a diminuição de modulação autônoma durante a realização da tarefa de Stroop, que envolve componente de tomada de decisão, controle inibitório e atenção seletiva.

Assim, a VFC pareceu neste trabalho forte relação com o aspecto cognitivo de adultos e idosos, especialmente no que se trata de funções executivas. Todos os objetivos foram alcançados e sugere-se o desenvolvimento de outros estudos principalmente no que se refere a análise não linear, baseada na teoria do Caos, no estudo do envelhecimento e modulação autônoma. O modelo neurovisceral baseou e fundamentou os resultados de forma que pode ser interpretada a relação entre indicadores de VFC e funcionamento executivo. Isso poderá futuramente refletir em novas formas de intervenções para o manejo do aspecto cognitivo em adultos e idosos por meio do comportamento cardíaco.

8. CONCLUSÃO

Esta pesquisa mostrou que o grupo de idosos (61-76 anos) apresentou diferenças significativas em memória de trabalho quando comparados ao grupo de adultos. Sugere-se que a diminuição em performance em memória de trabalho se associou ao fator da idade e discute-se a idéia da diminuição de atividade no córtex pré frontal e funcionamento executivo. Este achado pode ser correlacionado com o modelo neurovisceral, e associado com resultados dos dados de VFC.

No que se refere a VFC (variabilidade da frequência cardíaca) observou-se diminuição gradativa conforme o aumento da idade nos indicadores de análise linear (SDNN e pNN50) e especialmente em tarefas executivas, como em memória de trabalho, indicando diminuição de atividade parassimpática durante a execução de tal tarefa. Quando analisada a VFC por meio da teoria do Caos foi observada diminuição do indicador D2 conforme o aumento da idade dos grupos etários. Contudo, ao comparar o D2 da linha de base e entre a tarefa de memória de trabalho foi identificado diminuição deste indicador no grupo de 46-60 anos, o que se associa com o modelo neurovisceral. Em contrapartida ao comparar o D2 da linha de base com a tarefa de memória de trabalho no grupo de idosos, foi observado um aumento desse indicador, sendo o inverso do esperado.

Com isso, pode-se inferir que mesmo com baixos valores do D2 do grupo de idosos quando comparados aos adultos, este primeiro buscou formas de compensar a diminuição de desempenho cognitivo em memória de trabalho com aumento do D2 durante a execução desta tarefa. Ou seja, o grupo de idosos buscou adaptação na tarefa de memória de trabalho em relação as demais. Este dado pode ser discutido com a relação da reserva cognitiva no processo de envelhecimento ou a uma reserva fisiológica. É relevante o desenvolvimento de outros estudos que se utilizem da análise não linear na investigação do fenômeno envelhecimento.

Os resultados encontrados não devem ser generalizados a população de adultos e idosos, pois foram o resultados dos participantes específicos desta pesquisa. Além disso, é pertinente sempre considerar que cada organismo é individual, e influencias como da historia de vida, hábitos, educação, cultura e valores são inerentes e difíceis de serem controladas.

8.1 Limitações

O efeito de corte de um delineamento transversal pode ter sido uma limitação deste estudo. Outras limitações como o número pequeno de participantes e as características sócio demográficas dos mesmos deve ser considerada. Ou seja, não se sabe o impacto deste estudo em populações maiores, em sedentários e indivíduos com menor escolaridade, por exemplo. O local da coleta de dados foi no próprio laboratório e quem sabe isso também pode ter gerado ansiedade aos participantes, mesmo não sendo relatada. O ambiente de coleta pode interferir no desempenho cognitivo e na modulação do sistema nervoso autônomo.

Desta maneira, para investigar o impacto destas limitações é importante replicar esta pesquisa em outros ambientes e com uma população maior. Estudos longitudinais para a investigação do processo de envelhecimento podem também se mostrarem úteis neste caso, eliminando o efeito de coorte. Estas são idéias para próximas pesquisas e também para próximos pesquisadores, considerando um estudo inovador para o desenvolvimento de técnicas de estímulo cognitivo (especificamente de funções executivas) por meio da modulação autônoma em adultos e idosos. Ou seja, será se o treino da modulação autônoma com o biofeedback ou com a coerência cardíaca pode beneficiar a memória de trabalho em idosos? Considerando que neste trabalho foi observada a relação entre indicadores da modulação autônoma com funções executivas.

Assim, isso poderá refletir em métodos mais eficazes de reabilitação neuropsicológica e no treino cognitivo no envelhecimento, que poderiam otimizar a flexibilidade cognitiva e memória de trabalho. O foco em uma reabilitação neuropsicológica poderá ser o coração para atingir efeitos na cognição.

9. REFERÊNCIAS

- Aguiar, C. A., Fronchetti, L., Aguiar, A. F., & Lima, J. R. P. (2005). Alteração do limiar de variabilidade da frequência cardíaca após treinamento aeróbio de curto prazo. *Motriz*, 11 (1), 01-09.
- Åhs, F., Sollers III, J. J., Furmark, T., Fredrikson, M., & Thayer, J. F. (2009). High-frequency heart rate variability and cortico-striatal activity in men and women with social phobia. *NeuroImage*, 47, 815–820.
- Ahern, G.L., Sollers, J.J., Lane, R.D., Labiner M.D, Herring, A.M, Weinand, M.E, Hutzler, R., Thayer, J. (2001). Heart rate and heart rate variability changes in the intracarotid sodium amobarbital test. *Epilepsia* 42, 912–921.
- Alchieri, J. C. (2003). Produção científica brasileira em neuropsicologia: análise de artigos publicados de 1930 a 1999. *PSIC: Revista de Psicologia da Vetor*, 4 (1), jun.
- Almeida, O P; Almeida, S. A (1999). Confiabilidade da versão brasileira da Escala de Depressão em Geriatria (GDS) Versão reduzida. *Arquivos de Neuro-psiquiatria*, 57(2-B), 421-426.
- Andrade, V. M, & Bueno, O F A. (2007). Neuropsicologia transcultural: grupo indígena guarani. *Estudos de Psicologia*, 12(3), 253-258.
- Andrade, V. M, Santos, F. H, & Bueno, O. F. A. (2004). *Neuropsicologia Hoje*. São Paulo: Artes Médicas.
- Andreasen, N.C. (2005). Admirável cérebro novo: vencendo a doença mental na era do genoma. Porto Alegre: Artmed.
- Ardila, A., Ostrosky-Solis, F., Rosselli, M., & Gómez, C. (2000). Age-Related Cognitive Decline During Normal Aging: The Complex Effect of Education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, (15)6, 495–513.
- Aversi-Ferreira, T. A, Rodrigues, H. G., & Paiva, L. R. (2008). Efeitos do envelhecimento sobre o encéfalo. *RBCEH, Passo Fundo*, (5) 2, 46-64, jul./dez.

Ba'ckman, L., Nyberg, L., Lindenberger, U., Li, S.C., & Fado, L. (2006). The correlative triad among aging, dopamine, and cognition: Current status and future prospects. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, 791–807.

Barbetta, P. A. (2002). Estatística aplicada às ciências sociais. (5ed). Rev.Ampl. Florianópolis: UFSC. 340p.

Banhato, E. F. C. & Nascimento, E. (2007). Função executiva em idosos: um estudo utilizando subtestes da Escala WAIS-III. *Psico-USF*, 12,(1), 65-73.

Bear, M F.; Connors, B W., & Paradiso, M A. (2002). *Neurociências: desenvolvendo o sistema nervoso*. (2 ed.) Porto Alegre: Artmed.

Bergerbest, D., Gabrieli, J.D.E., Whitfield-Gabrieli, S., Kim, H., Stebbins, G.T., Bennett, D.A., & Fleischman, D. A. (2009). Age-associated reduction of asymmetry in prefrontal function and preservation of conceptual repetition priming. *NeuroImage*, 45, 237–246.

Bertolazi, A.N. (2008). Tradução, adaptação cultural e validação de dois instrumentos de avaliação do sono: escala de sonolência de Epworth e índice de qualidade de sono de Pittsburgh. [*Dissertação de Mestrado*]. Porto Alegre/RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas.

Bertolucci, P.H.F. et al. (1994). O mini exame do estado mental: impacto da escolaridade. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 52, 1-7.

Birkhofer, A., Schmidt, G., & Förstl, H. (2005). Heart and brain -- the influence of psychiatric disorders and their therapy on the heart rate variability. *Fortschritte der Neurologie: Psychiatrie* 73(4), 192-205.

Briggs, G.G., Nebes, R.D. (1975). *Patterns of hand preference in student population*. *Cortex*. 11, 230-238.

Brito, G.N., Brito, L.S., Paumgartten, F.J., & Lins, M.F. (1989). *Lateral preferences in Brazilian adults: an analysis with the Edinburgh Inventory*. *Cortex*, 25:403-15.

Britton, A, Singh-Manoux, A., Hnatkova, K., Malik, M., Marmot, M. G., & Shipley, M. (2008). The Association between Heart Rate Variability and Cognitive Impairment in Middle-Aged Men and Women. The Whitehall II Cohort Study. *Neuroepidemiology*, 31(2), 115–121, July.

Brosschot, J. F., Piepera, S., & Thayer, J. F. (2005). Expanding stress theory: Prolonged activation and perseverative cognition. *Psychoneuroendocrinology*, 30, 1043–1049.

Brosschot, J. F., Gerinb, W., Thayer, J. F. (2006). The perseverative cognition hypothesis: A review of worry, prolonged stress-related physiological activation, and health. *Journal of Psychosomatic Research* 60, 113– 124.

Brosschot, J.F., Verkuil, B., & Thayer, J.F. (2010). Conscious and unconscious perseverative cognition: Is a large part of prolonged physiological activity due to unconscious stress? *Journal of Psychosomatic Research*. ARTICLE IN PRESS, accepted 2 February 2010.

Brucki, S. M. D., Nitrini, R., Caramelli, P., Bertolucci, P. H. F., & Okamoto, I. H. (2003). Sugestões para o uso do Mini-Exame do Estado Mental no Brasil. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 61, 777-781.

Brunetto, A F., Roseguini, B. T., Silva, B. M., Hirai, D. M., Ronque, E. V., & Guedes, D. P. (2008). Limiar de variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes obesos e não-obesos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14(2), Niterói, marzo/abr.

Burin, D. I, Drake, M. A, Harris, P. (Org). (2007). *Evaluación neuropsicológica en adultos*. (1ed). Buenos Aires: Paidós.

Cameron, O. G. (2009). Visceral brain–body information transfer *NeuroImage*, 47, 787–794.

Capovilla, A. G. S., Assef, E. C. S., & Cozza, H.F.P. (2007). Avaliação Neuropsicológica das Funções Executivas e Relação com Desatenção e Hiperatividade. *Avaliação Psicológica*, 6(1), 51-60.

Caramelli, P., & Barbosa, M. T. (2002). Como diagnosticar as quatro causas mais frequentes de demência? *Revista Brasileira de Psiquiatria*, (24)1, São Paulo, abril.

Cardoso, A. S., Japiassú, A T, Cardoso, L S, & Levandoski, G. (2007). O Processo de Envelhecimento do Sistema Nervoso e Possíveis Influências da Atividade Física. *Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde*, Ponta Grossa, 13(3/4), 29-44, Set./Dez.

Cardoso, A. S., Mazo, G. Z., & Japiassú, A. T. (2008). Relações entre aptidão funcional e níveis de atividade física de idosas ativas. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 13(2), 84-93.

Cargin, J. W., Maruff, P., Collie, A., & Masters, C. (2006). Mild memory impairment in healthy older adults is distinct from normal aging. *Brain and Cognition*, 60, 146–155.

Carlson, N. R. (2002). *Fisiologia do Comportamento*. (7ed). São Paulo: Manole.

Cechetto, D. F., & Shoemaker, J. K. (2009). Functional neuroanatomy of autonomic regulation. *NeuroImage*, 47, 795–803.

Charlton, R. A., Barrick, T. R., Lawes, I., Nigel C., Markus, H. S., Morris, R. G. (2010). *White matter pathways associated with working memory in normal aging*. *Cortex*, 46(4), 474-489.

Charchat-Fichman, H. (2003). *Heterogeneidade neuropsicológica no processo de envelhecimento: transição do normal aos estágios iniciais da Doença de Alzheimer* [tese de doutorado]. São Paulo: Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo.

Coffey, C.E., Saxton, J.A., Ratcliff, G., Bryan, R.N., & Lucke, J.F. (1999). Relation of education to brain size in normal aging: implications for the reserve hypothesis. *Neurology*, 53, 189–196.

Cole, M. Epílogo: um retrato de Lúria. In: A. R. Lúria (Org.) (1992). *A construção da mente*. São Paulo: Ícone.

Coolican, H. (2004). *Research Methods and Statistics in Psychology*. (4 ed). London: Bookpoint Ltd.

Collie, A., Maruff, P., Darby, D.G., & Mcstephen, M. (2003). The effects of practice on the cognitive test performance of neurologically normal individuals assessed at brizef test-retest intervals. *Journal of International Neuropsychology Society*, 9, 419-28.

Collie, A., Darekar, A., Weissgerber, G., Toh, M. K., Snyder, P. J., Maruff, P., & Huggins, J.P. (2007). *Cognitive testing in early-phase clinical trials: Development of a rapid computerized test battery and application in a simulated Phase I study* Contemporary Clinical Trials, *Archives of Clinical Neuropsychology*, 28, 391-400.

Cowen, T. (2009). Autonomic Neuroplasticity and Aging. *Encyclopedia of Neuroscience*, 1009-1015.

Critchley, H. D. (2009). Psychophysiology of neural, cognitive and affective integration: fMRI and autonomic indicants. *International Journal of Psychophysiology* 73, 88-94.

Cysique, L. A.J., Maruff, P., Darby, D., Brew, B. J. (2006). The assessment of cognitive function in advanced HIV-1 infection and AIDS dementia complex using a new computerised cognitive test battery. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21, 185-194.

Damasceno, A. et al. (2005). Reflexos primitivos e função cognitiva. *Aruivos de Neuro-Psiquiatria*, 63(3a), 577-582.

Damásio, A. R. (1996). *O Erro de Descartes*. São Paulo: Cia. das Letras.

Dancey, C.P., & Reidy, J. (2004). *Statistics without maths for Psychology*. (3ed). Edinburgh: Pearson Education Limited.

Duarte, A., Hayasaka, S., Du, A., Schuff, N., Jahng, G-H., Kramer, J., Miller, B., & Weiner, M. (2006). Volumetric correlates of memory and

executive function in normal elderly, mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Neuroscience Letters*, 406(1-2), 60–65, October 2.

Duschek, S., Muckenthaler, M., Werner, N., & Paso, G. A. R. (2009). Relationships between features of autonomic cardiovascular control and cognitive performance. *Biological Psychology* 81, 110–117.

Emery, L., Heaven, T.J., Paxton, Jessica L., Braver, T. S. (2008). Age-related changes in neural activity during performance matched working memory manipulation. *NeuroImage*, 42 (4), 1577-15861.

Etienne, V., Marin-Lamellet, C., Laurent, B. (2008). Executive functioning in normal Aging. *Revue Neurologique*, 16, 1010-1017.

Eysenck, M. W., Keane, M. T. (1994). Psicologia Cognitiva como uma ciência. In: *Psicologia Cognitiva: um manual introdutório*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Farrall, A J., & Wardlaw, J. M. (2009). Blood–brain barrier: Ageing and microvascular disease – systematic review and meta-analysis. *Neurobiology of Aging*, 30, 337–352.

Folstein, M.F., Folstein, S.E., & Mchugh, P.R. (1975). Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.

Fonseca, R. P., Wagner, G. P., Rinaldi, J., Parente, M. A M. P. (2007). O Envelhecimento Influencia As Habilidades Pragmáticas, Léxico-Semânticas E Prosódicas Do Hemisfério Direito? *Estudos Interdisciplinares sobre. Envelhecimento*, Porto Alegre, 12, 53-79.

Freire, I. R. (1998). *Raízes da Psicologia*. Petrópolis: Vozes.

Friedman, B. H. (2007). An autonomic flexibility–neurovisceral integration model of anxiety and cardiac vagal tone. *Biological Psychology*, 74,185–199.

Friedman, B. H., & Thayer, J. F. (1998). Anxiety and autonomic flexibility: a cardiovascular approach. *Biological Psychology*, 47(3), 243-263, March.

Fuster, J.M. (2000). Prefrontal neurons in networks of executive memory. *Brain Research Bulletin*, 52, 331–336.

Gamelin, F.X., Berthoin, S., & Bosquet, L. (2006). validity of the Polar S810 Heart Rate Monitor to Measure R-R Intervals at Rest. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(5), 887-893.

Gazzaniga, M. S., Ivry., R. B. & Mangun, G. R. (2002). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind*. New York: Norton & Company.

Gazzaniga, M.S., & Heatherton, T. F. (2005). *Ciência psicológica: mente, cérebro e comportamento*. Artes Médica: Porto Alegre.

Glozman, J. M. (1996). A brief history of Russian aphasiology. *Neuropsychology Review*, 6(1), 1-10.

Gomes, M. M., Fernandes Filho, I., & Bello, H. (2002). Envelhecimento normal e EEG: alterações não específicas e padrões idade relacionados. *Revista Brasileira de Neurologia*, 38(2/3), 12-16.

Greene, C.M., Braet, W., Johnson, K.A., & Bellgrove, M.A. (2007). Imaging the genetics of executive function. *Biological Psychology*, 1-37.

Grön, G., Bittner, D., Schmitz, B., Wunderlich, A. P. Tomczak, R. & Riepe, M. W. (2003). Variability in memory performance in aged healthy individuals: an fMRI study. *Neurobiology of Aging*, 24, 453–462.

Gus, M., Nunes e Silva, D., Fernandes, J., Cunha, C. P., & Sant'Anna, G. D. (2002). Escala de Sonolência de Epworth em Pacientes com Diferentes Valores na Monitorização Ambulatorial de Pressão Arterial. *Arquivos Brasileiros Cardiologia*, 78 (1), 17-20.

Geisler, F. C.M., Vennewald, N., Kubiak, T., & Weber, H. (2010). The impact of heart rate variability on subjective well-being is mediated by emotion regulation. *Personality and Individual Differences*. IN PRESS. Accepted 15 June 2010.

Haga, K.K., Khor, Y.P., Farral, A., & Wardlaw, J.M (2009). A systematic review of brain metabolite changes, measured with ¹H magnetic resonance spectroscopy, in healthy aging. *Neurobiology of Aging*, 30, 353–363.

Hagemann, D., Waldstein, S. R., & Thayer, J. F. (2003). Central and autonomic nervous system integration in emotion *Brain and Cognition*, 52, 79–87.

Hamdan, A. C, & Bueno, O. F.A (2005). Relações entre controle executivo e memória episódica verbal no comprometimento cognitivo leve e na demência tipo Alzheimer. *Estudos de Psicologia*, 10(1), 63-71.

Hansen, A. L., Johnsen, B. H., & Thayer, J. F. (2003). Vagal influence on working memory and attention. *International Journal of Psychophysiology*, 48, 263–274.

Haug, H., & Eggers R. (1991). Morphometry of the human cortex cerebri and corpus striatum during aging, *Neurobiology of Aging*, 12, 336-338.

Izquierdo, I (2002). *Memória*. Porto Alegre: ArtMed.

Jacomini, L. C. L., & Silva, N. A (2007). Disautonomia: um conceito emergente na síndrome da fibromialgia. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 47(5), São Paulo, Set./Out.

Joanette, Y., Ansaldo, A I., Parente, M. A M. P., Fonseca, R. P., Kristensen, C. H., & Scherer, L. C. (2008). Neuroimaging investigation of executive functions: evidence from fNIRS. *Psico*, 39(3),267-274, jul./set.

Johns, M.W. (1992) Reliability and factor analysis of the Epworth sleepiness scale. *Sleep*, 15, 376-81.

Johnson, J. K., Lui, L. Y., & Yaffe, K. (2007). Executive function, more than global cognition, predicts functional decline and mortality in elderly women. *The Journals of Gerontology, Series A. Biological sciences and medical sciences*, 62(10), 1134–1141 October.

Joseph, R. M., Mcgrath, L. M., & Tager-Flusberg, H. (2005). Executive dysfunction and its relation to language ability in verbal school-age children with autism. *Development Neuropsychology*, 27(3), 361–378.

Kaasinen, V., & Rinne, J. O. (2002). Functional imaging studies of dopamine system and cognition in normal aging and Parkinson's disease. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 785–793.

Kandel, E R., Schwartz, J H., & Jessel, T M. (2003). *Princípios da Neurociência*. (4ed). São Paulo: Manole.

Kantowitz, B. H., Roediger, H. L., & Elmes, D. G. (2006). *Psicologia Experimental: Psicologia para compreender a pesquisa em Psicologia*. (8 ed.) São Paulo: Thomson Learning.

Kawaguchi, L. Y A., Nascimento, A C.P., Lima, M. S., Frigo, L., Júnior, A R P., Tierra-Criollo, C. J., & Lopes-Martins, R. A B. (2007). Caracterização da variabilidade de frequência cardíaca e sensibilidade do barorreflexo em indivíduos sedentários e atletas do sexo masculino *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, (13) 4, Niterói, jul./ago.

Kennedy, K. M., & Raz, N. (2009). Aging white matter and cognition: Differential effects of regional variations in diffusion properties on memory, executive functions, and speed. *Neuropsychologia*, 47, 916–927.

Kingsley, M., Lewis, M.J., & Marson, R.E. (2005). Comparison of Polar 810s and an ambulatory ECG system for RR interval measurement during progressive exercise. *International Journal of Sports Medicine*. 26, 39-44.

Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2002). *Neurociência do Comportamento*. São Paulo: Manole.

Koskinen, T., Kähönen, M., Jula, A., Laitinen, T., Keltikangas-Järvinen, L; Viikari, J., Välimäki, I., & Raitakari, O T. (2009). Short-term heart rate variability in healthy young adults The Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*. 145, 81–88.

Kristensen, C. H., Almeida, R. M. M.E, & Gomes, W. B. (2001). Desenvolvimento histórico e fundamentos metodológicos da neuropsicologia cognitiva. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 11(2), 259-271.

Kubota, Y., Sato, W., Toichi, M., Murai, T., Okada, T., Hayashi A., & Sengoku, A. (2001). Frontal midline theta rhythm is correlated with cardiac autonomic activities during the performance of an attention demanding meditation procedure. *Cognitive Brain Research* 11, 281-287.

Langenecker, S. A., & Nielson, K. A. (2003). Frontal recruitment during response inhibition in older adults replicated with fMRI. *NeuroImage*, 20, 1384-1392.

Langenecker, S. A., Nielson, K. A., & Rao, S. M. (2004). fMRI of healthy older adults during Stroop interference. *NeuroImage*, 21, 192-200.

Lee, S. J., Chung, Y. H., Joo, K. M., Lim, H. C., Jeon, G. S., Kim, D., Lee, W. B., Kim, Y. S., E Cha, C. I. (2006). Age-related changes in glycogen synthase kinase 3 beta (GSK3 beta) immunoreactivity in the central nervous system of rats. *Neuroscience Letters*, 409, 134-139.

Lent, R. (2005). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. São Paulo: Editora Atheneu.

León-Carrión, J. (1994). *Manual de neuropsicologia humana*. (1ed). Madrid: siglo veintiuno de Espana.

Lezak, M. D. (2004). *Neuropsychological Assessment*. (4. Ed). New York: Oxford University Press.

Liao, D., Barnes, R.W., Chambless, L.E., Simpson Jr., R.J., Sorlie, P., & Heiss, G. (1995). Age, race, and sex differences in autonomic cardiac function measured by spectral analysis of heart rate variability — the ARIC study. Atherosclerosis risk in communities. *American Journal of Cardiology*, 76, 906-912.

Liao, F., Garrison, D. W., & Jan, Y-K. (2010). Relationship between nonlinear properties of sacral skin blood flow oscillations and vasodilatory function in people at risk for pressure ulcers. *Microvascular Research*, 80, 44–53.

Lopes, F.L, Pereira, F.M., Reboredo, M.M., Castro, T.M., Vianna, J.M., Novo, Jr. J.M., & Silva, L.P. (2007). Redução da variabilidade da frequência cardíaca em Indivíduos de meia-idade e o efeito do treinamento de força. *Revista Brasileira Fisioterapia*, 11(2), 113-119.

Lourenço, R.A., Veras, R.P. (2006). Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais. *Revista de Saúde Pública*, 40 (4), 712-719.

Luft, C. D.B. (2007). Aspectos Neuropsicológicos do Envelhecimento e Prática de Atividade Física: Possíveis Relações em Mulheres Idosas. [*Dissertação de Mestrado*]. Florianópolis/SC: Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano.

Luft, C. D. B, Takase, E., & Darby, D. (2009). Heart rate variability and cognitive function: Effects of physical effort. *Biological Psychology*, 82, 196–201.

Mäder, M. J. (2001). Avaliação neuropsicológica nas epilepsias: importância para o conhecimento do cérebro. *Psicologia Ciência e Profissão*, (21) 1, Brasília, março.

Madden, D.J., Costello, M. C., Dennis, N. A., Davis, S. W., Shepler, A. M., Spaniol, J., Bucur, B., Cabeza, R. (2010). Adult age differences in functional connectivity during executive control *NeuroImage*, 52(2), 643-657, 15.

Marschner, A., Mell, T., Wartenburger, I., Villringer, A., Reischies, F.M., & Heekeren, H.R. (2005). Reward-based decision-making and aging *Brain Research Bulletin*, 67, 382–390.

Matlin, M. W. (2004). *Psicologia Cognitiva*. (5ed). Rio de Janeiro: LTC.

Mattay, V. S., Fera, F., Tessitore, A., Hariri, A. R., Berman, K. F., Das, S., Meyer-Lindenberg, A., Goldberg, T. E., Callicott, J. H., Weinberger, D. R. (2006). Neurophysiological correlates of age-related changes in working memory capacity. *Neuroscience Letters*, 392(1-2), 32-37.

Matthews, S. C., Paulus, M. P., Simmons, A. N., Nelesen, R. A., & Dimsdale, J. E. (2004). Functional subdivisions within anterior cingulate cortex and their relationship to autonomic nervous system function *NeuroImage*, 22, 1151– 1156.

Mathewson, K. J., Jetha, M. K., Drmic, I. E., Bryson, S. E., Goldberg, J. O., Hall, G. B., Santesso, D. L., Segalowitz, S. J., Schmidt, L. A. (2010). Autonomic predictors of Stroop performance in young and middle-aged adults. *International Journal of Psychophysiology*, 76, 123–129.

Mazo, G. Z. (2003). Atividade Física e Qualidade de Vida de Mulheres Idosas. 2003. 203f. [Tese de Doutorado] – Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto, Porto – Portugal.

McCabe, D. P., Roediger III, Henry L., McDaniel, M. A., Balota, D.A., Hambrick, D. Z. (2010). The Relationship Between Working Memory Capacity and Executive Functioning: Evidence for a Common Executive Attention Construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222-243, March.

Meersman, R. E., & Stein, P. K. (2007). Vagal modulation and aging. *Biological Psychology*, 74(2), 165-173, February 7.

Meunier, D., Achard, S., Morcom, A., & Bullmore, E. (2009). Age-related changes in modular organization of human brain functional networks. *NeuroImage*, 44, 715–723.

Milham, M.P., Erickson, K.I., Banich, M.T., Kramer, A.F., Webb, A., Wszalek, T., & Cohen, N.J. (2002). Attentional control in the aging brain: insights from an fMRI study of the stroop task. *Brain and Cognition*. 49, 277–296.

Milgram, N. W., Siwak-Tapp, C. T., Araujo, J. Head, E. (2006). Neuroprotective effects of cognitive enrichment. *Ageing Research*

Reviews, 5 (3), 354-369.

Napadow, V., Dhond, R., Conti, G., Makris, N., Brown, E. N., & Barbieri, R. (2008). Brain correlates of autonomic modulation: Combining heart rate variability with fMRI. *NeuroImage*, 42, 169–177.

Niskanen, J-P., Tarvainen, M. P., Ranta-Aho, P. O., & Karjalainen, R. A. (2002). Software for Advanced HRV Analysis. *Applied Physics Report Series*. Issn 0788-4672. Report 2. 01-11.

Nitrini, R. (1996). Conceitos anatomicos básicos em neuropsicologia. In: R. Nitrini, P. Caramelli e L. L. Mansur (Orgs.). *Neuropsicologia: das bases anotômicas à reabilitação*. São Paulo: HCFMUSP.

O'Connell, R. G., Bellgrove, M. A., Dockree, P. M., Lau, A., Fitzgerald, M., Robertson, I. H. (2008). Self-Alert Training: Volitional modulation of autonomic arousal improves sustained attention. *Neuropsychologia*, 46(5), 1379-1390.

Ohira, H., Ichikawa, N., Nomura, M., Isowa, T., Kimura, K., Kanayama, N., Fukuyama, S., Shinoda, J., Yamada, J. (2009). Brain and autonomic association accompanying stochastic decision-making. *NeuroImage* doi:10.1016/j.neuroimage.2009.07.060. In press.

Ohira, H., Ichikawa, N., Nomura, M., Isowa, T., Kimura, K., Kanayama, N., Fukuyama, S., Shinoda, J., & Yamada, J. (2010). Brain and autonomic association accompanying stochastic decision-making. *NeuroImage*, 49, 1024–1037.

Oldfield, R.C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh Inventory. *Neuropsychology*, 9, 97-113.

Oliveira, D.J., Gomes, M.E.D., Guimarães, H.N., Aguirre, L.A. (2006). Síntese de sinais de variabilidade da frequência cardíaca baseada em modelagem não-linear. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, 22(1), 51-62, abril.

Organização Mundial De Saúde - OMS. *Envelhecimento ativo: uma política de saúde/ World Health Organization*. Tradução: Suzana Gontijo. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2005.

Osorio, A., Fay, S., Pouthas, V., & Ballesteros, S. (2009). *Ageing affects brain activity in highly educated older adults: An ERP study using a word-stem priming task* (2009). doi: 10.1016/j.cortex.2009.09.003, in press.

Pantoni, C.B.F., Reis, M.S., Martins, L.E.B., Catai, A M., Costa, D., Borghi-Silva., A. (2007). Estudo da Modulação Autonômica da Frequência Cardíaca em Repouso de Pacientes Idosos Com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1), 35-41.

Pardo, J. V., Lee, J. T., Sheikh, S. A., Surerus-Johnson, C, Shah, H., Munch, K. R., Carlis, J. V. Lewis, S. M., Kuskowski, M. A. & Dyskenb, M. W. (2007). Where the brain grows old: Decline in anterior cingulate and medial prefrontal function with normal aging. *NeuroImage*, 35, 1231–1237.

Pardon, M.C. (2007). Stress and ageing interactions: A paradox in the context of shared etiological and physiopathological processes. *Brain Research Reviews*, 54(2), 251-273.

Park, D. C., & Gutchess, A H. (2002). Aging, cognition, and culture: a neuroscientific perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 26 (7), 859–867.

Pascoal, M., Santos, D. S. A., & Broek, V. V. D. (2006). Qualidade de vida, terceira idade e atividades físicas. *Motriz*, 12 (3), 217-228.

Paschoal, M., Volanti, V.M., Pires, C.S., & Fernandes, F.C. (2006). Variabilidade Da Frequência Cardíaca Em Diferentes Faixas Etárias. *Revista. Brasileria de Fisioterapia*, 10(4), 413-419.

Pawlowski, J. (2007). Evidências de validade e fidedignidade do instrumento de avaliação neuropsicológica breve Neupsilin. [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre/RS: Programa de Pós Graduação em Psicologia da Universidade do Rio Grande do Sul.

Piguet O., Double K.L., Kril J.J., Harasty J., Macdonald V., McRitchie D.A., & Halliday, G.M. (2009). White matter loss in healthy ageing: A postmortem analysis. *Neurobiology of Aging*, 30, 1288–1295.

Pu, J., Schmeichel, & Brandon J. (2010) Cardiac vagal control predicts spontaneous regulation of negative emotional expression and subsequent cognitive performance. *Biological Psychology*, 84, 531–540.

Puzanovova, M., Arbogast, P. G., Smith, C. A., Anderson, J., Diedrich, A., Walker, L. S. (2009). Autonomic activity and somatic symptoms in response to success vs. failure on a cognitive task: A comparison of chronic abdominal pain patients and well children. *Journal of Psychosomatic Research*, 67, 235–243.

Rajawat, Y. S., Hilioti, Z., & Bossis I. (2009). Aging: Central role for autophagy and the lysosomal degradative system. *Ageing Research Reviews*, 8, 199–213.

Reuter-Lorenz, P. A, & Lustig, C. (2005) Brain aging: reorganizing discoveries about the aging mind. *Current Opinion in Neurobiology*, 15, 245–251.

Reed, T E. (1998). Causes of intraindividual variability in reaction times] a neurophysiologically oriented review and a new suggestion. *Personality and Individual Differences* 14, 0887, 880-887.

Ribeiro, R. B., & Almeida, L. S. (2005). Tempos de reação e inteligência: a robustez dos dados face à fragilidade da sua interpretação. *Revista Avaliação Psicológica – IBAP*, 4(2), 95-103.

Ricciardi, E., Pietrini, P., Schapiro, M. B., Rapoport, S. I., & Fureye, M. L. (2009). Cholinergic modulation of visual working memory during aging: A parametric PET study. *Brain Research Bulletin*, 79, 322–332.

Robinson, R. G., Paradiso, S., Mizrahi, R., Fiedorowicz, J.G., Kouzoukas, D. E., & Moser, D. J., (2007). Neuropsychological Correlates of Normal Variation in Emotional Response to Visual Stimuli. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 195(2), 112–118, February.

Rohlfs, I. C. P. M., Rotta, T. M., Luft, C. D. B., Andrade, A., Krebs, R. J., & Carvalho, T. (2008). A Escala de Humor de Brunel (Brums): Instrumento para Detecção Precoce da Síndrome do Excesso de Treinamento. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 14(3), Mai/Jun.

Rosa e Silva, A. C. J. S., & Silva de Sá, M. F. (2006). Efeitos dos esteróides sexuais sobre o humor e a cognição. *Revista de Psiquiatria Clínica*, 33(2), São Paulo.

Ryan, C.M. (2009). Diabetes Mellitus and Neurocognitive Dysfunction Hormones. *Brain and Behavior*, 5(95), 2973-3003.

Rypma, B., Berger, J. S., Genova, H. M., Rebbechi, D., & D'Esposito, M. (2005). *Dissociating age-related changes in cognitive strategy and neural efficiency using event-related fMRI*. *Cortex*, 41, 582-594.

Rue, A.L. (2010). Healthy Brain Aging: Role of Cognitive Reserve, Cognitive Stimulation, and Cognitive Exercises. *Clinics in Geriatric Medicine*, 26(1), 99-111.

Saboya, E., Franco, C. A., & Mattos, P. (2002). Relações entre processos cognitivos nas funções executivas. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, 51(2), 91-100.

Salthouse, T. A. (2009). When does age-related cognitive decline begin? *Neurobiology of Aging*, 30, 507-514.

Santos, F.H. (2004). Neuropsicologia Pediátrica. *Neurociência*. 2, 81-83.

Schubert, C., Lambertz, M., Nelesen, R.A., Bardwell, W., Choi, J.-B., & Dimsdale, J.E. (2009). Effects of stress on heart rate complexity—A comparison between short-term and chronic stress. *Biological Psychology*, 80(3), 325-332.

Solé-Padullés, C., Bartres-Faz, D., Junqué, C., Vendrell, P., Rami, L., Clemente, I.C., Bosch, B., Villar, A., Bargalló, N., Jurado, M. A., Barrios, M., & Molinuevo, J.L. (2009). Brain structure and function related to cognitive reserve variables in normal aging, mild cognitive

impairment and Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 30, 1114–1124.

Sternberg, R. J. (2000). *Psicologia Cognitiva*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.

Taylor, S.F., Welsh, R.C., Wager, T.D., Phan, K.L., Fitzgerald, K.D., & Gehring, W.J. (2004). A functional neuroimaging study of motivation and executive function. *NeuroImage*, 21, 1045–1054.

Teixeira, I. N. D. O. (2008). O envelhecimento cortical e a reorganização neural após o acidente vascular encefálico (AVE): implicações para a reabilitação. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(2), Rio de Janeiro dic.

Teixeira, L.B. (2008). Frequência Cardíaca, Variabilidade da Frequência Cardíaca e o Desempenho em uma Partida de Xadrez. [*Dissertação de Mestrado*]. Florianópolis/SC: Universidade Federal de Santa Catarina.

Thayer, J.F., & Brosschot, J.(2005). Psychosomatics and psychopathology: looking up and down from the brain. *Psychoneuroendocrinology*, 30, 1050–1058.

Thayer, J. F., & Ruiz-Padial, E. (2006). Neurovisceral integration, emotions and health: An update. *International Congress Series*, 1287, 122–127.

Thayer, J. F., & Lane, R.D. (2009). Claude Bernard and the heart–brain connection: Further elaboration of a model of neurovisceral integration. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 81–88.

Thayer, J.F., Hansen, A.L., Saus-Rose, E., Johnsen, B.H. (2009). Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Annals of Behavioral Medicine*, 37(2), 141-53.

Thayer, J.F., Sollers III, J.J., Labiner, D.M., Weinand, M., Herring, A. M., Lane, R.D., & Ahern, G.L. (2009). Age-related differences in prefrontal control of heart rate in humans: A pharmacological blockade study. *International Journal of Psychophysiology*, 72, 81–88.

Thilers, P.P., MacDonald, S.W.S., & Herlitz, A. (2007). Sex differences in cognition: The role of handedness. *Physiology & Behavior*, 92(1-2), 105-109.

Toledo, M. A. V. (2007). Modulação autonômica do coração avaliada pela variabilidade da frequência cardíaca, e sua correlação com a função cognitiva na doença de Alzheimer. [Tese de Doutorado]. Brasília/DF: Universidade de Brasília.

Toni, P. M. de, Romanelli, E.J., & Salvo, C.G de. (2005). A evolução da Neuropsicologia: da antiguidade aos tempos modernos. *Psicologia Argumento*, 23(41), 47-55.

Tonkin, A.L. (2009). *Autonomic Dysfunction: Drug Induced*. Encyclopedia of Neuroscience, 809 815.

Van Gerven, P.W.M., Meijer, W. A., & Jolles, J. (2007). Education does not protect against age-related decline of switching focal attention in working memory. *Brain and Cognition*, 64(2), 158-163, July.

Valentini, M., & Parati, G. (2009). Variables Influencing Heart Rate *Progress in Cardiovascular Diseases*, 52. 11–19.

Vaghetti, C.A.O., Roesler, H., & Andrade, A. (2007). Tempo de reação simples auditivo e visual em surfistas com diferentes níveis de habilidade: comparação entre atletas profissionais, amadores e praticantes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 13(2), 81-85.

Vanderlei, L.C.M., Silva, R.A., Pastre, C.M., Azevedo, F.M., & Godoy, M.F. (2008). Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. Polar S810i RR series for HRV analysis. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 41, 854-859.

Vanderlei, L.C.M., Pastre, C.M., Hoshi, R. A., Carvalho, T.D., & Godoy, M. (2009). Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Revista Brasileira Cirurgia Cardiovascular*, 24(2), 205-207.

Verhaeghen, P. (2003). Aging and vocabulary scores: A meta-analysis. *Psychology and aging*, 18, 332-339.

Vigo, D. E., Guinjoan, S. M., Scaramal, M., Siri, L. N., & Cardinali, D.P. (2005). Wavelet transform shows age-related changes of heart rate variability within independent frequency components Autonomic. *Neuroscience: Basic and Clinical*, 123, 94 – 100.

Voss, M. W., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Chaddock, L., Malkowski, E., Alves, H. Kim, J. S., Morris, K.S., White, S.M., Wójcicki, T.R., Hu, L., Szabo, A., Klamm, E., McAuley, E. Kramer, A.F. (2010). Functional connectivity: A source of variance in the association between cardiorespiratory fitness and cognition? *Neuropsychologia*, 48,1394–1406.

Wager, T. D., & Smith, E. E. (2003). Neuroimaging studies of working memory: a metaanalysis. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 3(4), 255-274.

Wood, R., Maraj, B., Lee, C.M., & Reyes, R. (2002). Short-term heart rate variability during a cognitive challenge in young and older adults. *Age and ageing*, 31, 131-135.

Zuttin, R.S., Moreno, M.A., César, M.C., Martins, L.E.B., Catai, A. M., Silva, E. (2008). Avaliação da modulação autonômica da frequência cardíaca nas posturas supina e sentada de homens jovens sedentários. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 12 (1), 07-12.

ANEXOS

Anexo 01: Escala de Sonolência de Epworth

Qual a possibilidade de você cochilar ou adormecer nas seguintes situações?

Escala de Sonolência de Epworth	<i>E</i> <i>Escore</i>			
Perguntas	0	1	2	3
1. Sentado e lendo				
2. Vendo Televisão				
3. Sentado em lugar público sem atividades como sala de espera, cinema, teatro, igreja				
4. Como passageiro de carro, trem ou metro andando por 1 hora sem parar				
5. Deitado para descansar a tarde				
6. Sentado e conversando com alguém				
7. Sentado após uma refeição sem álcool				
8. No carro parado por alguns minutos durante o trânsito				

TOTAL: _____

Resultados:

0 - nenhuma chance de cochilar

1 - pequena chance de cochilar

2 – moderada chance de cochilar

3 - alta chance de cochilar

Anexo 02: Escala de Humor de Brunel (Brums)

A Escala de Humor de Brunel (BRUMS)

Abaixo segue uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atentamente. Em seguida assinale de 0 a 4 como melhor descreve a pergunta: **COMO VOCE SE SENTE AGORA?**
Tenha certeza de sua resposta para cada questão antes de assinalar:

	0=Nada	1=Pouco	2=Moderado	3=Bastante	4=Extremo
1. Apavorado					
2. Animado					
3. Confuso					
4. Esgotado					
5. Deprimido					
6. Desanimado					
7. Irritado					
8. Exausto					
9. Inseguro					
10. Sonolento					
11. Zangado					
12. Triste					
13. Ansioso					
14. Preocupado					
15. Com disposição					
16. Infeliz					
17. Desorientado					
18. Tenso					

19. Com raiva

20. Com energia

21. Cansado

22. Mal-
humorado

23. Alerta

24. Indeciso

Anexo 03: Critérios de Classificação Econômica/ Brasil 2008

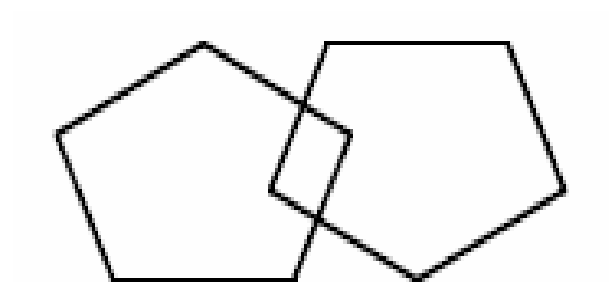
Avaliação da classe econômica (critério de classificação econômica Brasil 2008)									
Posse de itens	Não tem	1	2	3	4	Pontos1	Grau de instrução do “chefe” da família	Pontos2	
Televisores em cores	0	1	2	3	4		Analfabeto/ Primário incompleto(Analfabeto/ até 3a Série Fund.)	0	
Videocassete/DVD	0	2	2	2	2		Primário completo(4a. Série Fur	1	
Rádios	0	1	2	3	4		Ginasial completo(Fund. completo)	2	
Banheiros	0	4	5	6	7		Colegial completo(Médio completo)	4	
Automóveis	0	4	7	9	9		Superior completo	8	
Empregadas mensalistas	0	3	4	4	4				
Máquinas de lavar	0	2	2	2	2		TOTAL PARTE 1: _____		
Geladeira	0	4	4	4	4		TOTAL PARTE 2: _____		
Freezer (<i>Independente ou 2a porta da geladeira</i>)	0	2	2	2	2		PARTE 1 + PARTE 2: _____		

CLASSES	PARTE 1 + PARTE 2	RENDA FAMILIAR MÉDIA: R\$ Circular renda correspondente
<i>A1</i>	42 a 46	Classificação fecha c/
<i>A2</i>	35 a 41	valor referido pelo
<i>B1</i>	29 a 34	participante e os valores
<i>B2</i>	23 a 28	estipulados ao lado?se
<i>C1</i>	18 a 22	não, assinalar a renda
<i>C2</i>	14 a 17	que o participante relata
<i>D</i>	8 a 13	correto.
<i>E</i>	0 a 7	
		ASSINALAR AO LADO

Anexo 04: Mini Exame do Estado Mental

ITENS	Pontuação Total	Pontuação obtida
ORIENTAÇÃO TEMPORAL	05	()
Que ano estamos?		
Em que mês estamos?		
Que dia do mês é hoje?		
Que dia da semana é hoje?		
Qual a estação do ano?		
ORIENTAÇÃO ESPACIAL	05	()
Em que estado estamos?		
Em que país?		
Em qual cidade?		
Em que bairro, ou rua próxima?		
Que lugar é este aqui?		
MEMÓRIA IMEDIATA	03	()
Repetir 3 palavras não relacionadas: carro, vaso, tijolo.		
ATENÇÃO E CÁLCULO	05	()
Subtração de sete: seriadamente $100-7 = 93-7 = 86-7 = 79-7 = 72-7 = 65$		
MEMÓRIA RECENTE	03	()
Quais as três palavras que você repetiu antes?		
LINGUAGEM	09	()
Nomeação de um relógio de pulso e uma caneta	02	()
Repetir: “nem aqui, nem ali, nem lá”	01	()
Comando: Pegue este papel com a mão direita (1 ponto), dobre-o ao meio (1 ponto) e coloque-o no chão (1 ponto)	03	()
Leia e execute: “feche os olhos”	01	()
Escreva uma sentença (conter sujeito e verbo/ sem necessidade de corrigir erros gramaticais)	01	()
Copie o desenho (estará correto se existirem 10 ângulos, dos quais dois devem estar interseccionados)	01	()

Copie o desenho:



Anexo 05: Inventário de Dominância Manual (Handedness Inventory)

AVALIACÃO DA DOMINÂNCIA MANUAL (EDINBURGH HANDEDNESS INVENTORY): “Qual a sua preferência no uso das mãos nas seguintes atividades?”

(Preferência forte – nunca tentaria usar a outra mão, apenas se forçado, marcar 2 x. Se uso for realmente indiferente, assinalar 1 x em cada coluna) Escore maior indica a preferência

	Direita		Esquerda		Resultado dominância manual
1. Escrever	()	()	()	()	
2. Desenhar	()	()	()	()	
3. Lançar/ atirar algo	()	()	()	()	
4. Utilizar uma tesoura	()	()	()	()	() Destro/a
5. Escovar os dentes	()	()	()	()	
6. Utilizar uma faca (sem o garfo)	()	()	()	()	
Por ex. para cortar um barbante					
7. Comer com uma colher	()	()	()	()	() Canhoto/a
8. Varrer (qual mão fica por cima no cabo da vassoura)	()	()	()	()	
9. Acender um fósforo (qual mão segura o fósforo)	()	()	()	()	
10. Abrir a tampa de uma caixa	()	()	()	()	() Ambidestro/a
TOTAL (somar X's em ambas colunas):	()	()	()	()	

APÊNDICES

Apêndice 01: Ficha de Dados



FICHA DE DADOS

Orientações para o preenchimento: pergunte ao participante e preencha o que o mesmo responder. Repita para certificar-se que a alternativa marcada foi correta. Peça ao participante que responda diretamente a pergunta e deixe-o livre para fazer comentários sobre a questão.

Nome:

FICHA:

Telefone para contato:

Data da coleta:

Horário:

Sexo: M (☐) F (☐)

Data de nascimento

Idade

Circular faixa etária correspondente ao participante: 31-45 anos de idade
46-60 anos de idade 61-76 anos de idade

PARTE 01: Inclusão/ Exclusão de Participantes

Doenças/ Medicamentos:

a- Atualmente apresenta alguma destas doenças diagnosticadas?

NÃO (☐) **SIM** (☐) (se **sim**, **excluir do estudo**)

Epilepsia (☐) hidrocefalia (☐) AVC (☐) ataque insquêmico transitório (☐)
esquizofrenia (☐) parkinson (☐) paralisia cerebral (☐) tumores cerebrais (☐)
Sorologia positiva a doença de Chagas (☐) diabetes mellitus (☐) Outra (☐)

b- Realiza uso contínuo de medicamentos para:

NÃO () SIM () (se sim, excluir do estudo)

Doença cardiovascular() hipertensão () depressão () ansiedade
() fobias () Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) ()
epilepsia() medicamento para dormir ()

c- Apresenta marcapasso? **NÃO () SIM () (se sim, excluir do estudo)**

Consumo atual de substâncias

a- Você fuma cigarros? **NÃO()SIM() (se sim, excluir do estudo/ se interrompeu o uso a pelo menos seis meses excluir)**

b- Você costuma consumir bebidas alcoólicas? (se todos os dias, na quantidade maior que um cálice de vinho, excluir do estudo – **investigar se é ou não alcoolista**)? **NÃO() SIM() (alcoolidas excluir do estudo /se interrompeu o uso abusivo e frequente a menos de seis meses excluir)**

c- Você tem usado ou usou nos últimos seis meses algum tipo de droga não prescrita por médico (ilícitas/ maconha, cocaína, crack, outras substâncias químicas)? **NÃO () SIM() (se sim, excluir do estudo)**

- Déficit visual ou auditivo **não** corrigido? **NÃO () SIM () (se sim, excluir do estudo).**

- Esta inserido em algum programa de atividade física? **NÃO () () SIM se não, excluir do estudo**

Onde? _____

Qual? _____

PARTE 02: controle de variáveis/ Participantes INCLUÍDOS no estudo

Informações pessoais:

Estatura _____ Peso _____ IMC _____

-Estado civil: _____

-Naturalidade (estado que nasceu): _____

-Local que reside (bairro): _____

-Reside sozinho? () Sim, sozinho () Não, com _____

- Escolaridade? () analfabeto () fundamental incompleto
() fundamental completo () ensino médio incompleto () ensino médio completo
() superior incompleto () superior completo
() pós graduação incompleta () pós graduação completa

Anos de estudo formal s/ repetência: _____ anos.

-Qual sua profissão? _____

-Você atuou **ou** atua na área? Não () Sim ()

-Com que você trabalhou **ou** trabalha? _____

-Situação atual: Trabalha () Aposentado () Pensionista ()
Aposentado e Pensionista () aposentado e trabalha () do lar ()

-Quantas horas por dia trabalha? não trabalho atualmente () de 1-3 horas ()
de 4-6 horas () de 5-8 horas () 8-12 horas () +12 horas ()

Conhecimento sobre computador e cartas (para utilização do teste computadorizado Cogstate):

-Utiliza computador? Não () Sim ()

-Frequência: nunca () as vezes () sempre ()

-Conhece cartas? Não () Sim ()

HISTÓRICO Uso de substâncias:

-Você já fumou cigarros? Não () () apenas alguns meses () de 1 a 3 anos ()
de 3 a 6 anos () de 6 a 9 anos () mais que 10 anos

- Você já consumiu, de forma frequente, bebidas alcoólicas(alcoolista)?

PERGUNTE SE O PARTICIPANTE FOI ALCOOLISTA – INGERIR

BEBIDA ALCCOLICA TODOS OS DIAS/ Excessivo Não () ()

apenas alguns meses () de 1 a 3 anos

() de 3 a 6 anos () de 6 a 9 anos () mais que 10 anos

ATUAL café e chá verde Obs: tamanho xícara média

-Atualmente você bebe café ou chá verde? () nunca as vezes ()
sempre ()

-Quantidade ao dia: () nenhuma xícara () menos de uma xícara 1-2
xícaras () 3-5 xícaras () +5 xícaras ()

-Você ingeriu hoje esta substância? Não () menos de uma xícara ()
1 xícara () 2 xícaras () + 3 xícaras ()

Sono:

-Você apresenta alguma dificuldade para dormir? Não () Sim ()

-Como você considera o seu sono? ruim() regular() bom ()

-Quantas horas geralmente você dorme a noite? menos que 4 hrs() 4-6
hrs() 6-8 hrs () 8-10 hrs () 10-12 hrs() +12hrs()

-Quantas horas você dormiu esta noite?menos que 4 hrs() 4-6 hrs() 6-8
hrs() 8-10 hrs() 10-12 hrs () +12hrs ()

-Você dorme após o almoço (sesta)? Não() Menos que 15 min ()
entre 15 e 30 min () entre 30 e 45 min () aproximadamente 1hr ()
entre 1 e 2 hrs () + 2 hrs ()

Saúde: auto percepção:

-Como você considera sua saúde? ruim () regular () boa ()

Doenças/ Medicamentos:

-Apresenta no momento alguma doença? Não() Sim ()
Qual?_____

-Realiza uso contínuo de medicamentos?Não() Sim()

Qual (s)?_____

Programas de atividade física:

-Você praticou atividade física nos últimos 30 anos- para idoso? (últimos
15 anos para adultos)?

Não() ()sim, 1 dia por semana ()sim, 2 dias por semana ()sim, 3
dias por semana ()sim, 4 dias por semana ()sim, 5 dias por semana ()
sim, 6 dias por semana ()sim, 7 dias por semana

-Qual? _____

-Atualmente com que frequência você realiza a atividade física que você já
citou no início desta entrevista? () 1 dia por semana () 2 dias por

semana () 3 dias por semana () 4 dias por semana () 5 dias por semana () 6 dias por semana () 7 dias por semana

-Há quanto tempo você esta inserido no programa de atividade física que citou no início da entrevista? () iniciei este ano () 1 ano () 2 anos () 3 anos () 4 anos () 5 anos () +5anos

HÁBITOS Atividade Cognitiva: LEITURA

-Você apresentava nos últimos 30 anos- para idosos (últimos 15 anos para adultos) algum hábito de leitura?

Não() ()sim, 1 dia por semana ()sim, 2 dias por semana ()sim, 3 dias por semana ()sim, 4 dias por semana ()sim, 5 dias por semana ()sim, 6 dias por semana ()sim, 7 dias por semana

-Qual(s) leitura você realizava? () apenas literatura () apenas jornais () apenas revistas () apenas artigos científicos () literatura, jornais e revistas () jornais e revistas () literatura, jornais, revistas e artigos científicos OUTROS _____

- Atualmente você apresenta o hábito da leitura?

Não () ()sim, 1 dia por semana ()sim, 2 dias por semana ()sim, 3 dias por semana ()sim, 4 dias por semana ()sim, 5 dias por semana ()sim, 6 dias por semana ()sim, 7 dias por semana

-Qual(s) leitura você realiza? () apenas literatura () apenas jornais () apenas revistas () apenas artigos científicos () literatura, jornais e revistas () jornais e revistas () literatura, jornais, revistas e artigos científicos OUTROS _____

HÁBITOS Atividade Cognitiva: ESCRITA

-Você realizava, nos últimos 30 anos (últimos 15 anos para adultos), o hábito de escrita?

Não() ()sim, 1 dia por semana ()sim, 2 dias por semana ()sim, 3 dias por semana ()sim, 4 dias por semana ()sim, 5 dias por semana ()sim, 6 dias por semana ()sim, 7 dias por semana

-Qual(s) era o hábito de escrita? () apenas recados/lembretes () apenas email/cartas () apenas trabalhos escolares/profissionais () recados/lembretes, email/cartas () recados/lembretes, email/cartas, trabalhos OUTROS _____

-Atualmente você realiza o hábito de escrita? Não() ()sim, 1 dia por semana ()sim, 2 dias por semana ()sim, 3 dias por semana ()sim, 4 dias por semana ()sim, 5 dias por semana ()sim, 6 dias por semana ()sim, 7 dias por semana
 -Qual(s) é o hábito de escrita? ()apenas recados/lembretes ()apenas email/cartas ()apenas trabalhos escolares/profissionais ()recados/lembretes, email/cartas ()recados/lembretes, email/cartas, trabalhos OUTROS_____

HÁBITOS Atividade Cognitiva: JOGOS

-Nos últimos 30 anos (últimos15 anos para adultos) você costumava realizar palavras-cruzadas, montar quebra-cabeças, jogar baralho, dominó ou outros jogos?

Não () ()sim, 1 dia por semana ()sim, 2 dias por semana ()sim, 3 dias por semana ()sim, 4 dias por semana ()sim, 5 dias por semana ()sim, 6 dias por semana ()sim, 7 dias por semana

-Qual(s) jogo você utilizava?() jogos com cartas ()dominó ()quebra-cabeça ()palavras-cruzada ()jogos de tabuleiro ()jogo da memória ()stop ()utilizava todos os jogos ()dominó, quebra-cabeça e palavras cruzada ()dominó e palavra cruzada ()jogos com cartas e quebra cabeça ()jogos com cartas e palavras cruzada OUTROS_____

-Atualmente, você costuma realizar palavras-cruzadas, montar quebra-cabeças, jogar baralho, dominó ou outros jogos?

Não () ()sim, 1 dia por semana ()sim, 2 dias por semana ()sim, 3 dias por semana ()sim, 4 dias por semana ()sim, 5 dias por semana ()sim, 6 dias por semana ()sim, 7 dias por semana

-Qual(s) jogo você costuma utilizar? () jogos com cartas ()dominó ()quebra-cabeça ()palavras-cruzada ()jogos de tabuleiro ()jogo da memória ()stop ()utilizava todos os jogos ()dominó, quebra-cabeça e palavras cruzada ()dominó e palavra cruzada ()jogos com cartas e quebra cabeça ()jogos com cartas e palavras cruzada OUTROS_____



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto: Variabilidade da Frequência Cardíaca durante desempenho cognitivo: diferenças entre adultos e idosos

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que investigará a flexibilidade da regulação do Sistema Nervoso Autônomo durante desempenho em tarefas cognitivas, executivas e não executivas, em adultos e idosos do sexo masculino e feminino. Este documento contém as informações necessárias sobre a pesquisa e sua possível participação. Sua colaboração neste estudo é muito importante, mas a decisão em participar deve ser sua. Se você não concordar em participar ou quiser desistir em qualquer momento, isso não lhe causará nenhum prejuízo. Sua participação é condicionada pela disponibilidade em realizar uma avaliação cognitiva realizada no computador, simples e com acompanhamento de um instrutor; consentir na utilização de uma cinta na região do tórax para coletar dados sobre o funcionamento da Variabilidade da Frequência Cardíaca; e disponibilizar de informações sobre suas características pessoais (como, escolaridade, nível econômico, ocupação, hábitos, saúde, histórico). Estas avaliações lhe tomarão o tempo aproximado de 1 hora, dependendo de sua necessidade em responder as questões. Garantimos o sigilo dos seus dados, identificando sua ficha por meio de números. A vantagem em participar deste projeto mostra-se na contribuição a ciência para a compreensão do processo de envelhecimento cerebral. Com isso, futuras intervenções e estratégias de gerenciamento do envelhecimento poderão ser desenvolvidas. Você poderá também perguntar aos pesquisadores sobre seus resultados. As pessoas que estarão acompanhando serão a mestrandia Mariana López e o Professor Dr. Emílio Takase, da Universidade Federal de Santa Catarina. Estes estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento. Outros membros da equipe do Laboratório de Neurociência do Esporte e Exercício

e Educação Cerebral (LANESPE/LEC) também estarão acompanhando a pesquisa e estarão a sua disposição. Solicitamos a vossa autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos científicos. A sua identificação será mantida em sigilo, pois seu nome não será apresentado na pesquisa. Você terá total liberdade e direito de não responder as questões que não achar conveniente e também se retirar do estudo. Se você concordar em participar basta preencher os seus dados e assinar a declaração concordando com a pesquisa. Obrigada pela atenção, compreensão e apoio.

Eu, _____, residente _____ e domiciliado _____, nascido(a) em ____/____/_____, concordo em participar deste projeto. **DECLARO** que obtive todas as informações necessárias, bem como todos os eventuais esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas. **Consinto voluntariamente em participar desta pesquisa e assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.** Florianópolis, ____de ____de _____.

(nome em extenso e assinatura)

Assinatura da responsável pelo projeto - Mariana Lopez

Telefone para contato : (47)9919 2476 E-mail: psicolopez@gmail.com



RELATÓRIO DE PESQUISA

Pesquisa de mestrado do Programa de Pós Graduação em Psicologia – UFSC

Este documento corresponde a um relatório sintetizado e geral da pesquisa de mestrado (*Variabilidade da Frequência Cardíaca durante desempenho cognitivo: diferenças entre adultos e idosos*) que você participou no primeiro semestre de 2010, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Ressalta-se que foram evitados termos e resultados técnicos para melhor compreensão. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética com Seres Humanos da UFSC (CEPSH) com número de processo 556 (FR309033). Este relatório de retorno a você, participante, visa a transmissão do conhecimento que auxiliou a produzir no campo acadêmico da Universidade, e por isso tem aqui o registro da sua própria contribuição:

1. Título

Variabilidade da Frequência Cardíaca durante desempenho cognitivo: diferenças entre adultos e idosos

2. Pesquisadores:

Mariana López, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Responsável pela pesquisa.

Emílio Takase, Professor, Dr., do Programa de Pós-Graduação em Psicologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Coordenador do Laboratório de Neurociência do Esporte e Exercício (LANESPE/UFSC). Orientador da pesquisa.

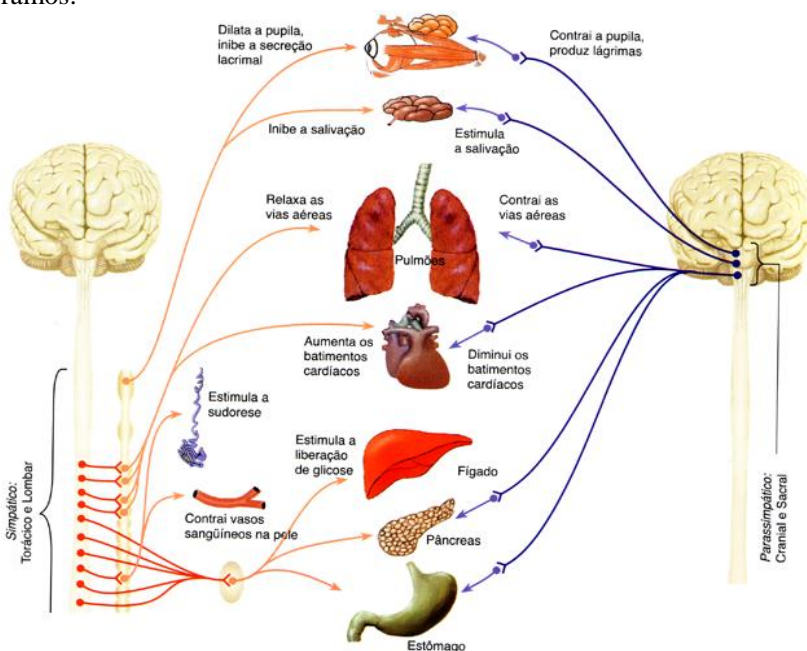
3. Introdução

O envelhecimento é um processo natural do desenvolvimento humano e envolve mudanças fisiológicas, cognitivas (mentais), emocionais, funcionais e sociais, com influência de características do próprio sujeito, escolaridade, história de vida e hábitos. Muitas vezes pensamos que o envelhecimento envolve diminuição de todas as nossas capacidades mentais e habilidades, o que é errado de se pensar. Primeiramente é relevante considerar que para a determinação das mudanças relacionadas ao envelhecimento os hábitos influenciam (atividade física, alimentação, leitura, estudo, sono). Evidências mostram diminuição gradativa em memória de trabalho, mas em outras funções ainda são bastante questionadas. A memória de trabalho é a função mental que se relaciona a nossa capacidade de reter uma informação, “processá-la internamente”, e produzir uma nova resposta ao ambiente. Esta função reflete na nossa capacidade de organizar informações e tarefas cotidianas, realizar nossa agenda diária, conseguir ministrar uma palestra, lembrar dos passos de uma nova dança, etc.

A principal região do cérebro que comanda a função de memória de trabalho é a parte pré-frontal (localizada bem na sua testa). As funções relacionadas a região pré frontal se chamam funções executivas (capacidade de organização, planejamento, memória de trabalho, atenção e controle inibitório). E é esta mesma região que inibi a aceleração do nosso coração e que modula as nossas emoções. Essa capacidade do córtex pré-frontal chama-se de controle inibitório – ou seja, região do cérebro que INIBI o nosso estresse excessivo, nossa ansiedade prolongada, o aceleração do coração, e que modula nosso comportamento para que possamos nos adaptar adequadamente as determinadas situações do nosso dia-a-dia. Segundo alguns estudos já publicados caso esta região do cérebro apresente declínio de função o nosso coração também poderá ser influenciado: os batimentos do nosso coração podem aumentar (frequência cardíaca) e diminui o intervalo entre um batimento e outro do coração (variabilidade da frequência cardíaca).

Pouca variabilidade da frequência cardíaca pode se associar a doenças. A variabilidade da frequência cardíaca pode representar a atividade do nosso sistema nervoso simpático e do sistema nervoso parassimpático. O sistema nervoso simpático se relaciona com a aceleração cardíaca, estresse e ansiedade; quando este nervo esta muito ativado por

períodos prolongados e excessivos podem surgir doenças e prejuízos no nosso coração. Em contrapartida, o sistema nervoso parassimpático (o nervo vago) modula as respostas do sistema nervoso simpático, para que o estresse e a aceleração cardíaca não sejam super ativados. Neste processo de modulação do sistema nervoso simpático e parassimpático a região pré frontal do nosso cérebro auxilia na inibição de aceleração cardíaca excessiva, possibilitando a adaptação adequada ao ambiente, com gerenciamento do estresse e da ansiedade. A região pré frontal auxilia para que agente “*não perca o controle sobre a situação aversiva*” “*auxilia no nosso equilíbrio comportamental e emocional*”. A imagem abaixo mostra a ação do sistema nervoso simpático (representado no lado esquerdo da figura) e do sistema nervoso parassimpático (representado no lado direito da figura) no nosso corpo, bem como as regiões que correspondem a estes ramos:



Assim, nosso corpo se relaciona de forma integral: coração e região pré frontal do cérebro atuam juntos no domínio do estresse, da ansiedade e no desempenho em tarefas de funções executivas (que representa

planejamento, atenção, organização, memória de trabalho e controle inibitório).

Na fase do envelhecimento a região pré-frontal do cérebro diminui suas funções, com possível diminuição de desempenho em memória de trabalho. Para compensar a diminuição de função nosso próprio cérebro compensa com outras estratégias e outras formas de adaptação ao ambiente. Ressalta-se que o envelhecimento não significa doença e fatores negativos, mas, engloba sim mudanças cerebrais, que devem ser estudados para que possam ser criadas técnicas de compensar e gerenciar estas mudanças. Cada fase da vida apresenta suas mudanças, seus benefícios e seus desafios; depende da forma de cada indivíduo e dos nossos hábitos para manter saúde e harmonia. O envelhecimento pode mostrar declínio na habilidade de memória de trabalho mas pode desenvolver outras habilidades cognitivas, emocionais e afetivas.

4. Justificativa

Esta proposta pode futuramente proporcionar a identificação de diagnósticos diferenciais, programas de reabilitação e educação cerebral ao adulto e idoso por meio do coração (da variabilidade da frequência cardíaca) minimizando riscos a saúde e portanto, gastos de saúde pública.

5. Objetivo Geral

Investigar a variabilidade da frequência cardíaca durante a realização de diferentes tarefas cognitivas em adultos e idosos de ambos os sexos.

6. Participantes

Foram incluídos apenas participantes sem uso contínuo de medicamentos para doenças cardiovasculares, depressão, ansiedade e sono e que estivessem no momento da coleta de dados inseridos em algum programa de atividade física (da UFSC, UDESC e instituições privadas). Foram excluídos fumantes, alcoolistas, indivíduos com marcapasso e diagnóstico de doenças neurológicas e psiquiátricas. Todos os participantes foram considerados independentes e saudáveis.

Ao total participaram 45 indivíduos divididos em 3 grupos: 15 adultos de 31-45 anos; 15 adultos de 46-60 anos; 15 idosos de 61-76 anos de idade (as faixas etárias foram assim consideradas tendo em vista a classificação etária da Organização Mundial da Saúde – OMS para países em desenvolvimento). Os programas de atividade física que os participantes estavam inseridos foram: hidroginástica, ginástica, condicionamento físico, natação, dança, musculação, vôlei, tênis, pilates. O grupo A (31-45 anos), grupo B (46-60 anos) e grupo C (61-76 anos) não apresentaram diferenças no que se refere as principais características sócio demográficas, bem como em relação às variáveis de controle: sexo; estado civil; dominância manual; sonolência diurna; horas habituais de sono; horas de sono no dia da coleta de dados; uso de substâncias; auto percepção da saúde; atividade física e uso de jogos; estado de humor; uso de medicamentos e doenças atuais. A população foi homogênea e foi possível a comparação entre os grupos etários. Assim, de forma geral, nos três grupos etários a maioria dos participantes foi do sexo feminino, casados/as e com dominância manual direita (destros), sem uso de medicamentos, ausentes de doenças, sem o hábito de fumo e álcool. O grau de escolaridade foi mensurado pela quantidade de anos de estudo indicando o grupo de adultos jovens (grupo A, 31-45 anos) com maior escolaridade (média 19 anos de estudo), seguido pelo grupo B (46-76 anos) (média 15 anos de estudo) e grupo C (61-76 anos) (média 12 anos de estudo) com menor número de anos de estudo.

6. Instrumentos e Procedimentos

Para atingir o objetivo e manter a população desta pesquisa homogênea foram utilizados instrumentos como: - *Mini exame do estado mental*, *Critério de classificação econômica (Brasil 2008)*, *Escala de sonolência diurna e escala de humor de Brunel*, *Ficha de dados*, *Instrumento cognitivo computadorizado Cogstate*, *Instrumento cardiófrequêncímetro Polar® modelo S810i*.

Todos os participantes foram primeiramente entrevistados individualmente em uma sala com a ficha de dados sob o aceite do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram aplicados o Mini exame do estado mental e investigados os critérios de inclusão e exclusão de participantes desta pesquisa. Caso o participante estava de acordo com todos os critérios de inclusão da pesquisa seguiu-se com a aplicação do critério de classificação econômica, escala de sonolência diurna e escala de

humor. Posteriormente o participante se dirigiu a outra sala para o registro individual da variabilidade da frequência cardíaca em repouso com o Polar® (3 minutos sem fazer nenhuma tarefa) e durante todas as tarefas cognitivas do instrumento computadorizado cogstate.

7. Resultados/ Conclusão

Esta pesquisa mostrou que o grupo de idosos (61-76 anos) apresentou diferenças significativas em memória de trabalho quando comparados ao grupo de adultos de 31-45 anos. Sugere-se que a diminuição em performance em memória de trabalho se associou ao fator da idade e discute-se a idéia da diminuição de atividade no córtex pré frontal e funções executivas. Este achado pode ser correlacionado com resultados dos dados de Variabilidade da Frequência cardíaca, em que foram relacionados os aumentos de indicadores do sistema nervoso simpático (relacionado a estresse) com diminuição de desempenho nas tarefas de memória. Quando os indicadores do sistema nervoso parassimpático aumentavam o desempenho em memória também era melhor.

No que se refere a VFC (variabilidade da frequência cardíaca) observou-se diminuição gradativas conforme idade nos indicadores cardíacos, especialmente no grupo de 46-60 anos e no grupo de 61-76 anos. Isso ocorreu nas tarefas de memória. Entretanto quando analisado os indicadores da variabilidade da frequência cardíaca por meio de uma análise chamada de *Análise não linear* o grupo de idosos pareceu buscar formas de compensar a diminuição de desempenho em memória de trabalho e modulação do sistema nervoso simpático e parassimpático, o que se inferiu que os mesmos buscaram adaptação ao ambiente durante esta tarefa.

É relevante o desenvolvimento de outros estudos que se utilizem desta *análise não linear* na investigação do fenômeno envelhecimento. Os resultados encontrados não devem ser generalizados a população de adultos e idosos, pois foram o resultados dos participantes específicos desta pesquisa. Além disso, é pertinente sempre considerar que cada organismo é individual, e influencias como da história de vida, hábitos, educação, cultura e valores são inerentes e difíceis de serem controladas. Assim, este trabalho poderá refletir em métodos mais eficazes de reabilitação neuropsicológica e no treino cognitivo no envelhecimento, que poderiam otimizar a flexibilidade cognitiva e memória de trabalho. O foco em uma

reabilitação neuropsicológica poderá ser o coração para atingir efeitos na cognição.

Contato para maiores informações e para ler o trabalho técnico:

Mariana Lopez (47) 99192476

Email: psicolopez@gmail.com

Você está convidado para minha defesa!

Data da Defesa: 31/08/2010

Horário: 17 horas

Sala: Carolina Bori CFH-UFSC

AGRADEÇO A COLABORAÇÃO!

Apêndice 04: Tabelas dos indicadores de VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca durante desempenho cognitivo

Tabela SDNN durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	70.05 (25.81)	64.80	48.31 (14.33)	50.60	36.13 (24.49)	30.20
TRS	55.93 (17.53)	55.00	40.06 (12.87)	38.30	30.89 (34.07)	22.30
TRE	5.23 (3.11)	4.53	3.97 (1.55)	3.89	2.40 (1.72)	2.11
MT	61.35 (31.07)	51.40	42.93 (31.18)	32.00	26.08 (16.38)	22.90
MCP	58.73 (20.90)	59.40	40.89 (11.30)	39.60	25.54 (15.37)	20.70
AS	53.55 (19.92)	53.70	43.19 (17.63)	40.10	33.90 (38.11)	22.20
TRSfinal	60.66 (23.06)	57.10	51.59 (31.68)	43.80	30.01 (22.20)	24.90
Geral	63.75 (24.37)	59.00	54.19 (27.10)	53.00	34.81 (28.71)	27.20

Tabela RMSSD durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	38.80 (17.06)	38.80	23.18 (9.91)	25.70	20.07 (12.45)	15.70
TRS	42.51 (19.32)	44.40	23.46 (10.59)	20.60	14.82 (10.62)	12.10
TRE	41.78 (22.75)	37.20	23.78 (13.45)	20.90	15.85 (11.57)	13.50
MT	42.49 (25.23)	36.10	25.60 (17.38)	23.20	13.61 (8.90)	11.90
MCP	40.21 (18.81)	34.30	22.42 (11.03)	23.00	13.07 (9.10)	10.00
AS	35.52 (14.21)	36.40	21.71 (12.81)	21.60	16.77 (13.86)	13.40
TRSfinal	41.56 (18.24)	40.90	22.75 (11.57)	21.20	16.95 (12.83)	14.00
Geral	41.03 (18.87)	37.40	23.71 (11.91)	22.10	15.19 (10.44)	12.90

Tabela pNN50 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	18.43 (13.88)	16.90	5.26 (5.83)	5.30	4.51 (8.56)	0.50
TRS	21.39 (18.68)	21.20	5.27 (6.46)	1.70	1.77 (4.67)	0.00
TRE	18.83 (16.98)	12.50	5.03 (6.43)	1.00	2.59 (7.51)	0.00
MT	17.31 (16.22)	11.30	5.19 (6.21)	1.60	1.52 (3.92)	0.00
MCP	19.26 (16.85)	14.10	4.71 (5.85)	2.30	1.59 (5.57)	0.00
AS	14.94 (14.57)	9.90	5.20 (6.54)	1.50	2.37 (5.62)	0.60
TRSfinal	19.94 (16.31)	21.40	5.11 (6.37)	1.20	2.50 (5.44)	0.70
Geral	18.49 (15.85)	14.60	5.05 (5.82)	2.90	1.98 (5.21)	0.30

Tabela LF n.u durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Id	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	76.01 (10.21)	0.70	83.61 (9.61)	87.00	75.65 (17.83)	77.90
TRS	63.13 (20.15)	6.00	67.61 (23.29)	68.80	73.45 (12.48)	72.90
TRE	57.89 (15.97)	0.70	64.11 (18.31)	64.80	64.33 (20.14)	68.50
MT	56.81 (18.96)	7.60	62.25 (17.46)	64.30	73.02 (18.53)	81.40
MCP	57.17 (21.33)	4.40	69.94 (14.77)	76.70	71.81 (20.88)	79.00
AS	57.15 (14.20)	0.20	69.68 (13.84)	73.30	66.57 (17.67)	67.10
TRSfinal	57.85 (15.78)	1.10	77.21 (11.09)	79.70	62.80 (22.27)	63.50
Geral	67.42 (12.27)	5.90	72.36 (11.75)	77.10	73.30 (15.73)	77.20

Tabela HF n.u durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	20.99 (10.21)	19.30	16.39 (9.61)	13.00	24.35 (17.83)	22.10
TRS	36.87 (20.15)	34.00	42.25 (26.55)	35.90	26.55 (12.48)	27.10
TRE	42.09 (15.99)	49.30	35.89 (18.31)	35.20	35.67 (20.14)	31.50
MT	43.19 (18.96)	42.40	37.75 (17.46)	35.70	26.98 (18.53)	18.60
MCP	42.83 (21.33)	44.60	30.06 (14.77)	23.30	28.19 (20.88)	21.00
AS	42.85 (14.20)	39.80	30.32 (13.84)	26.70	33.42 (17.67)	32.90
TRSfinal	42.15 (15.78)	48.90	22.79 (11.09)	20.30	37.20 (22.27)	36.50
Geral	32.58 (12.27)	34.10	27.64 (11.75)	22.90	26.70 (15.73)	22.80

Tabela LF% durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	41.81 (13.95)	42.70	42.13 (19.09)	36.20	33.31 (9.34)	31.00
TRS	40.25 (12.90)	42.60	29.81 (14.89)	27.30	32.55 (15.81)	23.90
TRE	33.33 (14.61)	29.70	37.24 (16.42)	38.20	27.82 (9.97)	26.30
MT	33.69 (14.13)	33.00	27.73 (12.43)	29.70	30.89 (14.55)	25.30
MCP	33.73 (16.96)	30.00	34.99 (17.27)	33.60	29.93 (13.70)	27.50
AS	35.31 (13.49)	34.00	35.89 (13.49)	35.60	26.85 (15.33)	23.10
TRSfinal	36.05 (11.83)	31.20	39.32 (17.49)	43.00	29.74 (16.70)	30.00
Geral	31.82 (10.38)	32.30	23.49 (8.22)	25.60	20.94 (5.70)	21.20

Tabela HF% durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	11.13 (7.84)	9.00	7.51 (5.09)	6.00	11.77 (11.01)	8.10
TRS	25.25 (17.01)	24.40	18.23 (12.12)	15.70	12.61 (9.65)	8.80
TRE	25.23 (12.69)	25.00	23.24 (16.17)	22.20	17.97 (17.68)	14.60
MT	26.85 (14.01)	25.20	16.28 (8.46)	15.30	12.34 (14.65)	8.10
MCP	24.88 (15.17)	22.90	15.41 (11.27)	12.50	12.92 (13.66)	8.00
AS	26.83 (11.66)	25.30	15.85 (11.20)	12.40	18.29 (16.12)	13.50
TRSfinal	26.89 (12.88)	26.60	12.49 (9.62)	11.60	15.92 (11.30)	13.20
Geral	14.54 (5.10)	14.50	9.34 (5.63)	7.50	8.67 (7.92)	5.80

Tabela LF/HF durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	4.89 (2.69)	4.20	7.14 (4.35)	6.70	8.02 (10.40)	3.50
TRS	3.53 (4.91)	1.90	2.29 (1.82)	1.80	3.77 (2.47)	2.70
TRE	1.82 (1.33)	1.00	2.79 (2.40)	1.80	2.99 (2.84)	2.20
MT	1.94 (1.72)	1.40	2.15 (1.29)	1.80	4.03 (2.62)	4.40
MCP	2.17 (2.02)	1.20	2.99 (1.63)	3.30	4.54 (3.43)	3.80
AS	1.61 (0.97)	1.50	2.91 (1.64)	2.70	2.41 (2.09)	2.00
TRSfinal	2.13 (2.43)	1.00	4.53 (3.02)	3.90	3.45 (3.85)	1.70
Geral	2.69 (1.92)	1.90	3.27 (1.72)	3.40	4.29 (3.86)	3.40

Tabela SD1 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	27.51 (12.08)	27.50	16.43 (7.03)	18.20	14.23 (8.83)	11.20
TRS	30.13 (13.77)	31.50	16.67 (7.52)	14.60	10.52 (7.54)	8.60
TRE	29.68 (16.17)	26.40	16.88 (9.56)	14.90	11.23 (8.22)	9.60
MT	30.17 (17.92)	25.70	18.17 (12.36)	16.50	9.67 (6.30)	8.50
MCP	28.51 (13.33)	24.30	15.90 (7.82)	16.30	9.28 (6.46)	7.10
AS	25.23 (10.09)	25.90	16.09 (8.19)	15.30	11.91 (9.86)	9.50
TRSfinal	29.54 (12.98)	29.10	16.15 (8.20)	15.00	12.03 (9.12)	9.90
Geral	29.04 (13.35)	26.50	16.77 (8.43)	15.70	10.74 (7.40)	9.10

Tabela SD2 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	94.90 (35.02)	88.20	66.16 (19.36)	69.30	48.13 (33.30)	35.50
TRS	65.39 (25.25)	65.80	53.45 (16.88)	51.90	42.25 (47.71)	29.20
TRE	73.71 (27.84)	66.10	50.64 (21.33)	48.20	36.99 (36.09)	29.90
MT	80.72 (40.52)	68.00	57.77 (42.93)	42.40	35.09 (22.77)	27.40
MCP	77.59 (27.26)	77.60	55.31 (15.16)	53.20	34.61 (21.02)	28.40
AS	70.84 (26.64)	67.70	58.59 (24.33)	55.90	45.99 (52.92)	31.20
TRSfinal	79.71 (31.38)	77.70	70.59 (44.84)	58.30	40.45 (30.10)	32.80
Geral	85.17 (32.29)	79.20	74.35 (38.05)	74.70	47.85 (40.09)	38.20

Tabela D2 durante linha de base e tarefas cognitivas do Cogstate.

Variável	31-45 anos		46-60 anos		61-76 anos	
	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md	Média (DP)	Md
LB	2.80 (0.99)	3.00	2.07 (1.07)	2.46	1.29 (1.27)	0.82
TRS	2.59 (1.19)	3.02	1.50 (1.12)	1.18	0.57 (0.68)	0.23
TRE	2.55 (0.99)	2.64	1.38 (1.15)	1.12	0.41 (0.64)	0.25
MT	2.32 (1.18)	2.52	1.26 (1.01)	1.01	0.57 (0.82)	0.32
MCP	2.82 (1.03)	3.22	1.53 (1.17)	1.04	0.46 (0.90)	0.21
AS	2.50 (1.10)	2.77	1.32 (1.17)	0.91	0.62 (0.78)	0.24
TRSfinal	2.62 (1.25)	3.20	1.75 (1.14)	1.95	0.70 (0.78)	0.46
Geral	3.28 (1.42)	3.78	1.85 (1.44)	1.22	0.72 (0.81)	0.50